



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE QUÍMICA**

LARISSA ROCHA ALMEIDA

A HIGIENE PESSOAL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

**CAMPINAS
2018**

LARISSA ROCHA ALMEIDA

A HIGIENE PESSOAL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Química na área de Química Inorgânica

Orientador: Prof. Dr. Pedro Faria dos Santos Filho

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA LARISSA ROCHA ALMEIDA, E ORIENTADA PELO PROF. DR. PEDRO FARIA DOS SANTOS FILHO.

**CAMPINAS
2018**

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CNPq, 137312/2016-4

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Química
Camila Barleta Fullin - CRB 8462

AL64h Almeida, Larissa Rocha, 1993-
A higiene pessoal na contextualização do ensino de química / Larissa Rocha Almeida. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Pedro Faria dos Santos Filho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química.

1. Contextualização. 2. Química - Ensino. 3. Higiene. I. Santos Filho, Pedro Faria, 1956-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Personal hygiene on the chemistry education contextualization

Palavras-chave em inglês:

Contextualization

Teaching of chemistry

Hygiene

Área de concentração: Química Inorgânica

Titulação: Mestra em Química na área de Química Inorgânica

Banca examinadora:

Pedro Faria dos Santos Filho [Orientador]

Silmar José Spinardi Franchi

Gildo Giroto Júnior

Data de defesa: 30-07-2018

Programa de Pós-Graduação: Química

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Faria dos Santos Filhos (Orientador)

Prof. Dr. Silmar José Spinardi Franchi (UFSC-Blumenau)

Prof. Dr. Gildo Giroto Júnior (IQ-UNICAMP)

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do(a) aluno(a).

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação de Mestrado defendida pelo(a) aluno(a)
LARISSA ROCHA ALMEIDA, aprovada pela Comissão
Julgadora em 30 de julho de 2018.

***Dedico este trabalho aos meus pais, Herivelton e Rosiane. A
dedicação e o amor de vocês sempre me levaram a
desenvolver o meu melhor lado.***

AGRADECIMENTOS

Pensar em todo esse percurso que foi o mestrado me faz perceber o quanto me desenvolvi como pessoa e profissional. Por detrás de todo esse desenvolvimento, existem pessoas que sempre me estenderam a mão ou procuraram me mostrar o melhor caminho a ser seguido.

Dentre elas, há aquele que eu considero ter uma habilidade ímpar de abrir os olhos das pessoas para enxergar aquilo que, muitas vezes, é o óbvio, mas poucos têm a coragem de dizer. Ao professor Pedro Faria vão os meus mais sinceros sentimentos de gratidão. Acredito, sinceramente, que fui muito feliz em escolher sua orientação. Foi uma decisão de certa forma arriscada, pois fui do conforto da bancada para desbravar o mundo desconhecido da pesquisa em Ensino de Química.

Sou muito grata também ao meu querido amigo Flávio dos Anjos que, apesar de não ter participado diretamente da elaboração deste trabalho, participou indiretamente, amparando-me com seus mais bonitos conselhos para os meus muitos dilemas de vida.

Não poderia deixar de tecer agradecimentos às minhas queridas Mayara e Lívia, que foram minhas companheiras de grupo de pesquisa. Em especial, à Mayara, sou muito agradecida pelas conversas, que iam do “pedagogês” às dificuldades da vida, pelos ensinamentos, pelas risadas e por ter deixado todo esse processo mais leve.

Ao Universo e por todos aqueles que, mesmo de longe, me amparam e orientam a seguir os melhores caminhos para minha evolução.

E, por fim, agradeço imensamente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento concedido durante a realização deste projeto.

RESUMO

A contextualização dos conceitos científicos é uma ferramenta útil para o ensino de Química por permitir relacioná-los à realidade do estudante, o qual pode então relacionar os novos conhecimentos aos já existentes, favorecendo uma aprendizagem mais efetiva. Nessa direção, decidimos explorar a temática de higiene pessoal, que permite uma abordagem contextualizada e se mostra um valioso recurso para o Ensino de Química. Na primeira parte do trabalho exploramos o tema dos desodorantes e antitranspirantes, priorizando mais os aspectos direcionados para a vivência das pessoas, buscando apresentar alguns conhecimentos químicos envolvidos nesta temática, além de relacioná-los com a evolução histórica e tecnológica dos produtos desodorante e antitranspirante. Posteriormente, exploramos o tema da higiene capilar, em especial os xampus e condicionadores, cuja utilização é bem familiar para todas as pessoas. Entretanto, nesta etapa nos preocupamos em discutir, além dos aspectos associados à vivência das pessoas, os diversos aspectos químicos envolvidos nessa temática. As interações intermoleculares tiveram papel fundamental na interpretação das observações ligadas à utilização destes produtos de higiene e acabaram fornecendo o subsídio necessário para uma interpretação química das observações associadas à higiene capilar. No desenvolvimento do trabalho, redigimos dois textos inéditos, que poderão ser utilizados por alunos e professores, e que abordam estas duas temáticas. Esta estratégia de abordagem foi aplicada junto aos alunos dos cursos de engenharia elétrica e mecânica e a eficiência da proposta foi avaliada a partir de questionários aplicados aos mesmos. Os resultados da aplicação mostraram que a opção por esta estratégia para abordagem das interações intermoleculares, em especial, íon-dipolo, dipolo-dipolo e van der Waals se mostrou eficiente. Além disso, nossa proposta proporcionou uma proximidade muito grande com o universo e a vivência dos alunos, o que permitiu uma discussão muito mais próxima do cotidiano deles. Este fato mostra como o uso dessa estratégia estimula a participação dos alunos em todo o processo de construção do conhecimento. Acreditamos que assim estaremos contribuindo com a formação de melhores professores para atuar principalmente a nível médio e superior.

Palavras-chave: Contextualização; Ensino de Química; Higiene.

ABSTRACT

The contextualization of scientific concepts is a useful tool for the teaching of chemistry because it allows them to relate them to the student's reality, which can then connect the new knowledge to existing ones, favoring a more effective learning. In this direction, we decided to explore the theme of personal hygiene, which allows a contextualized approach and is a valuable resource for Teaching Chemistry. In the first part of the study, we explored the topic of deodorants and antiperspirants, prioritizing more aspects directed to the experience of people, seeking to present some chemical knowledge involved in this subject, in addition to relating them to the historical and technological evolution of antiperspirant and deodorant products. Subsequently, we explored the subject of hair hygiene, especially the shampoos and conditioners, the use of which is familiar to all people. However, at this stage we are concerned with discussing, in addition to aspects associated with people's experiences, the various chemical aspects involved in this issue. The intermolecular interactions played a fundamental role in the interpretation of the observations related to the use of these hygiene products and ended up providing the necessary support for a chemical interpretation of the observations associated with hair hygiene. In the development of the work, we write two unpublished texts, which can be used by students and teachers, and which address these two themes. This strategy of approach was applied to the students of the courses of Electrical and Mechanical Engineering and the efficiency of the proposal was evaluated by questionnaires applied to them. The results of the application showed that the choice of this strategy to approach intermolecular interactions ion-dipole, dipole-dipole and van der Waals was efficient. In addition, our proposal provided a very close proximity to the universe and the students' experience, which allowed a much closer discussion of their daily lives. This fact shows how the use of this strategy stimulates the participation of students in the whole process of knowledge construction. We believe this way we will be contributing to the formation of better teachers to work at the secondary level.

Keywords: Contextualization; Teaching Chemistry; Hygiene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da glândula sudorípara na pele.	43
Figura 2 - Ácido isovalérico androsterona.	44
Figura 3 - Desodorante MUM.	47
Figura 4 - Processo de atuação de um antitranspirante.	50
Figura 5 - Minâncora e Leite de Rosas.	50
Figura 6 - Diferentes matrizes de aplicação para antitranspirantes.	52
Figura 7 - Funcionamento de um spray aerossol.	59
Figura 8 - Comparação entre escamas de peixe (a) e um fio de cabelo aumentado 1000 vezes (b).	72
Figura 9 - Secção transversal de um fio de cabelo.	72
Figura 10 - Arranjo estrutural dos átomos na molécula de cisteína.	73
Figura 11 - Bico de confeitar.	74
Figura 12 - Divisão de um fio de cabelo.	75
Figura 13 - Representação da ligação dissulfeto e outros tipos de interações em proteínas.	76
Figura 14 - Fórmula estrutural do ácido 18-metil-eicosanoico (18-MEA).	77
Figura 15 - Representação da ligação do 18-MEA à superfície do cabelo nos pontos onde se encontram os grupos -SH da cisteína.	77
Figura 16 - Xampu Drene.	82
Figura 17 - Surfactantes aniônico e catiônico encontrados no xampu e condicionador, respectivamente.	84
Figura 18 - Exemplo de micelas.	84
Figura 19 - Mecanismo roll-up.	85
Figura 20 - Mecanismo de emulsificação parcial da sujeira.	87
Figura 21 - Composição aproximada de um xampu.	93
Figura 22 - Estrutura do cloreto de centrímônio.	96
Figura 23 - Gráfico que mostra os critérios mais apreciados para se comprar um xampu e condicionador.	112
Figura 24 - Gráfico do questionário posterior à aula que mostra a porcentagem de quantos estudantes disseram ter mudado de postura.	113
Figura 25 - Gráfico das respostas da questão 2 (do primeiro questionário).	114
Figura 26 - Comparação entre as respostas das terceiras questões no questionário anterior e posterior.	115
Figura 27 - Gráfico que mostra o que os estudantes destacaram da aula.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Um exemplo de formulação para um antitranspirante roll-on está abaixo retirado de Giovanniello (1992).	54
Tabela 2 - Um exemplo de formulação para um antitranspirante aerossol (GIOVANNIELLO, 1992).	60
Tabela 3 - Exemplo de formulação de um antitranspirante em bastão retirado de Giovanniello (1992).	62
Tabela 4 - Sais de alumínio utilizados nos antitranspirantes retirado de Schamper (1993).	63
Tabela 5 - Exemplo de formulação de um xampu de limpeza profunda.	88
Tabela 6 - Ingredientes de xampu de limpeza profunda e suas respectivas funções.	91
Tabela 7 - Ingredientes de um condicionador simples.	95

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. A legislação sobre o Ensino de Ciências	17
1.2. Problemas no Ensino de Ciências	19
1.2.1. Considerações sobre a atuação docente	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1. A higiene	25
3. OBJETIVOS	33
4. PLANEJAMENTO DO TRABALHO	34
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	36
5.1. Higiene das axilas	36
5.1.1. Proposta de texto sobre a temática da higiene das axilas	36
1. O que é a higiene?	36
1.1. Higiene das axilas	39
2. À flor da pele	41
2.1. Suor	42
2.2. O mau cheiro é químico	43
2.3. À procura de soluções para o mau cheiro	44
3. Desodorante ou antitranspirante?	46
3.1. Um pouco de história	46
3.2. Cloreto de alumínio: o início	48
3.3. Óxido de zinco, um velho conhecido	50
4. O que há nos desodorantes e antitranspirantes?	51
4.1. O interior do frasco de um antitranspirante	53
4.2. O roll-on	54
4.3. A solução é a dispersão	55
4.4. Aditivos	57
4.5. Aerossol	58
4.6. Como funciona o um spray de aerossol?	59
4.7. Formulações sólidas	61
4.8. Agentes Ativos dos Antitranspirantes	62

5.2.	Considerações sobre o texto da higiene das axilas	63
5.3.	Higiene Capilar	67
5.3.1.	Proposta de texto sobre a temática de higiene capilar.....	67
1.	Reflexão inicial sobre o tema	67
2.	Questões acerca da higiene capilar	69
3.	Da raiz às pontas.....	71
4.	Estrutura química do cabelo	73
5.	Cabelo não é tudo igual?	73
6.	A sujeira	76
7.	As forças que estão em todo lugar	78
8.	A água no cabelo.....	81
9.	Voltando no tempo	82
10.	O componente principal do xampu	83
11.	Mecanismo de limpeza	84
12.	Para que tudo isso no xampu?	87
13.	Xampus não são todos iguais?	92
14.	Primeiro o xampu depois o condicionador.....	95
15.	Nem só de xampu vive o homem.....	98
16.	Meio Ambiente	100
16.1.	Um caso real	101
5.4.	Considerações sobre o texto da higiene capilar	103
5.5.	Aplicação da proposta sobre higiene capilar	109
6.	RESULTADOS DA APLICAÇÃO E DISCUSSÃO.....	112
6.1.	Resultados da aplicação dos questionários	112
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
9.	APÊNDICE	124

1. INTRODUÇÃO

A história do desenvolvimento humano mostra que o homem vive em comunidade desde tempos remotos; é um ser social que se desenvolve através do contato e interação com outros seres. A vida em comunidade nos proporciona constantes trocas e, dentro deste contexto, a educação surge como uma ferramenta para integrar os seres humanos às construções sociais. Desde os povos mais antigos até a modernidade, a educação passou por uma série de transformações, dentre elas, se tornar obrigatória merece destaque.

A história da educação no Brasil passa por transformações que acompanham as mudanças políticas e ideológicas de cada época. A colonização dos portugueses trouxe, no século XVI, a Companhia de Jesus que, comandada pelos jesuítas, tinha dentre suas diversas missões, educar os povos indígenas de acordo com preceitos religiosos.

Posteriormente, este cenário se modificou com as reformas pombalinas, no século XVIII, pelas quais o Marquês de Pombal desvinculou a educação para um seguimento laico e de responsabilidade da Coroa (SAVIANI, 2011). Se antes havia uma educação voltada para o ensino religioso, a partir desse momento, passa-se a ter uma educação com caráter disciplinar, autoritário e com sérias dificuldades estruturais, como a falta de espaços físicos e de profissionais formados para atender a demanda (RIBEIRO, 1993).

Ao longo do tempo, a preocupação com a educação foi evoluindo e ganhando caráter mais democrático. Um marco importante para nossa história é a vinda da família real para o Brasil, que trouxe grandes avanços para a colônia, pela implementação de instituições para o desenvolvimento tanto da educação quanto de outras áreas. Dentre elas estão a criação da Academia Real da Marinha, Academia Real Militar, Biblioteca Pública, Jardim Botânico, Museu Real, etc. (RIBEIRO, 1993).

Durante a época do Brasil Império, o grande desafio da educação talvez tenha sido a baixa ou nula acessibilidade das classes mais baixas à educação. Isso acontecia porque não havia interesse político de desenvolver a educação elementar e, principalmente, para aqueles que não poderiam pagar por um ensino privado, que era o caso da burguesia emergente, enriquecida através da atividade mineradora.

As políticas públicas têm uma preocupação, de certa forma, recente com a educação, pois somente em 1946 surge de fato uma lei que delega ao Estado

brasileiro os cuidados para com a educação de sua população. Caberia ao mesmo as funções de fornecer uma educação gratuita, pública e que estabeleça diretrizes em todas as suas federações; antes disso, haviam apenas algumas mudanças de ordem legislativas que não conseguiram reformas significativas no cenário da educação (SAVIANI, 2011).

Pode-se dizer que somente com a aparição de ideologias voltadas para o desenvolvimento do indivíduo e que defendiam o amplo acesso à educação, é que se inicia o processo de democratização da educação nacional, como é o caso do movimento progressista da Escola Nova (RIBEIRO, 1993). De acordo com Saviani (2011), o Brasil ainda não atingiu o objetivo de democratizar o ensino, mesmo com as mudanças nas políticas públicas buscando universalizar o ensino através de leis, programas, diretrizes, entre outros, e com a conscientização da sociedade acerca da importância da educação.

Os problemas da educação no Brasil vão desde a falta de ferramental para o exercício da educação, como as estruturas materiais necessária; passam pela evasão escolar, chegando até a qualidade do ensino (ARAÚJO, 2011). Portanto, é de conhecimento geral que o Brasil ainda enfrenta um longo caminho até chegar a um patamar mais equilibrado em relação à educação oferecida à sua população.

Para conhecer e medir as condições do cenário educacional no país, no ano de 2007, foi criado o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que reúne informações sobre o fluxo escolar, ou taxa de aprovação nas séries escolares, e o desempenho nas provas de proficiência como a Prova Brasil ou o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Foi possível, através dessas mensurações, planejar metas e chegar a conclusões sobre o funcionamento das políticas públicas na educação do país.

Os resultados obtidos para o Ensino Médio, por exemplo, mostram como é grande o desafio na melhoria da qualidade e do alcance do ensino no país. De 2005 até 2015, para uma escala de alcance 10, os dados foram coletados a cada dois anos e os índices variaram entre 3,4 (em 2005) até 3,7 (em 2011, 2013 e 2015), sendo a meta estabelecida para o ano de 2015 de 4,3; até o ano de 2022, a meta para o Ideb é alcançar a taxa de 6,0 (BRASIL, 2015).

Além disso, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) instituiu os resultados obtidos no PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) como parâmetro técnico de comparação da qualidade do

ensino no Brasil. O PISA é uma avaliação educacional que busca fornecer compreensões sobre as políticas e práticas educacionais, além de mostrar as tendências educacionais dos países que aplicam os seus testes. O alvo são alunos na faixa etária de 15 a 16 anos, que realizam exames em três principais eixos: ciências, leitura e matemática.

Especialmente em 2015, em sua edição mais recente, o enfoque central deste teste foi a área de ciências, na qual se buscava avaliar três competências:

- Explicar fenômenos cientificamente;
- Avaliar e planejar investigações científicas;
- Interpretar dados e evidências cientificamente (BRASIL, 2016).

Em outras palavras, o exame do PISA buscava avaliar o letramento científico dos estudantes: se os mesmos possuíam um perfil reflexivo e participativo acerca das discussões científicas ou se sabiam aplicar tais conhecimentos científicos à essas discussões. O desempenho de nosso país foi de 401, ficando abaixo da média (493); a Finlândia foi o país com melhor desempenho em ciências (531) e a República Dominicana com o pior (332) (BRASIL, 2016).

Todos esses dados corroboram para mostrar como o Brasil ainda carece de preocupação maior com sua educação e, especialmente, com a educação científica. Qual seria a importância de uma educação científica? Para alguns autores, como Chassot (2003) e Milaré (2009), a educação científica ou, como é também conhecida, a alfabetização científica é um recurso que permite democratizar o ensino, além de agregar positivamente na formação de cidadãos.

Estes autores concordam que o letramento científico auxilia a desenvolver o juízo de valor, isto é, ajuda a melhorar a percepção de mundo dos estudantes, podendo tomar decisões mais acertadas em determinadas situações em que possuir um arcabouço científico. Como exemplo poderíamos nos questionar: será que uma pessoa, conhecendo os feitos de agrotóxicos nos alimentos, não tomaria decisões alternativas como comprar alimentos de produtores orgânicos? Ou então, conhecer os efeitos nocivos desses produtos sobre a saúde humana, não reforçaria a posição cidadã contra o uso desregrado dessas substâncias nos alimentos? A escolha final é sempre do indivíduo, porém é essencial apresentar novos caminhos, e realizar isso é uma das tarefas da alfabetização científica.

Apesar de muitas pessoas não reconhecerem, a Ciência está amplamente presente em quaisquer âmbitos de nossas vidas. Certamente, muitos educadores e pessoas engajadas no desenvolvimento e divulgação da Ciência, chegaram a mesma constatação e procuraram outras formas de integrar o conhecimento científico à vida de todos. Contudo, devem ter esbarrado em várias questões, por exemplo, como fazer esta integração?

Sem dúvidas, seria algo bastante trabalhoso e, como mostra o cenário atual, ainda não se chegou a condição em que se pode afirmar que os jovens egressos do Ensino Médio enxergam a importância das ciências em suas vidas. Para agravar esta situação, as mudanças na sociedade estão acontecendo cada vez mais rápido e o ensino parece sempre estar um passo atrás, não acompanhando as novas tendências, mesmo com o incessante esforço daqueles que trabalham pelo desenvolvimento da educação no país.

Nos dias de hoje, onde o acesso ao conhecimento é muito disseminado através da grande expansão das tecnologias, é válido ponderar também sobre o papel e postura que a escola e as políticas públicas devem ter para se inserir neste cenário. Em outras palavras, se qualquer um pode ter acesso às informações, em especial, às descobertas científicas, por que há ainda uma grande dificuldade integrar essas esferas em prol da melhoria do ensino de ciências?

Um dos objetivos da alfabetização científica é a aplicação dos conhecimentos científicos na vida cotidiana das pessoas, de forma a enxergar a presença e as contribuições da Ciência nesse contexto, buscando formar cidadãos críticos e atuantes na sociedade. Saber fazer esta associação entre a vida e o que se pode aprender com a Ciência é, portanto, o que se almeja através da alfabetização científica. Contudo, ainda há uma forte característica no Ensino de Ciências em se apresentar de forma dogmática, repleta de conceitos desvinculados da realidade dos estudantes e não fornecendo espaço para que propostas de inserção dos contextos sociais sejam feitas nas aulas de ciências.

Para Chassot (2003), a alfabetização científica vem como um instrumento para apresentar uma proposta de educação mais socialmente comprometida, pela qual se busca ler a linguagem da natureza e, desta forma, poder conhecer como a natureza funciona. Em síntese, defende-se uma forma de ensino que não termine em si mesmo, mas que associe os diversos aspectos aprendidos da Ciência à vida das pessoas.

1.1. A legislação sobre o Ensino de Ciências

Dentro do exposto acerca da educação científica, a legislação atua como diretriz para que se faça valer os objetivos da educação no país. Nestas últimas décadas, percebe-se que a legislação relativa à educação vem dando maior atenção à formação cognitiva e habilidades emocionais dos estudantes, complementando a formação teórica referente às diferentes áreas do saber.

Cabe ao governo federal orientar a organização, o desenvolvimento e a avaliação das propostas pedagógicas de toda a rede brasileira de ensino. Neste sentido, o governo estabeleceu leis, parâmetros e diretrizes para que o país caminhe em direção à educação de qualidade. O que reforça toda esta malha legislativa a ser criada e revisitada são as constantes mudanças na sociedade, como a ampliação ao acesso às informações causadas pela ascendente tecnologia, mudanças relacionadas ao mercado de trabalho, e as próprias mudanças de atitudes e posturas dos estudantes (BRASIL, 2013).

Manifestando preocupação com o tipo de formação que vinha sendo praticado, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), desde a sua implementação em 1999, já se posicionavam de maneira distinta, enxergando que a exposição de um conteúdo não conectado à vida e o desenvolvimento cidadão dos estudantes não seria mais efetivo. Na realidade, o que se almejava era apresentar os conhecimentos significativos das diferentes áreas, sensibilizando o estudante e o tornando mais participativo de seu processo de aprendizagem (BRASIL, 1999).

Esta postura também flexibiliza o currículo, pois contextualiza mais o conhecimento de acordo com as diversas realidades vividas naquele meio, naquela cidade, estado ou região, o que é um ponto bastante interessante para se trabalhar os problemas sociais ou ambientais, por exemplo. Além disso, propor contextos familiares aos estudantes permite, também, trabalhar com mais de uma disciplina ao mesmo tempo. A questão dos impactos ambientais, por exemplo, é um campo rico onde se pode trabalhar com áreas diferentes, elucidando que, na prática, raramente se trabalham com uma área isoladamente (BRASIL, 1999).

Toda legislação concernente ao Ensino Médio brasileiro reconhece que esta é uma etapa da Educação Básica em que o estudante possui maior maturidade para se aprofundar nos conhecimentos apresentados no ensino. Neste sentido, no Ensino de Ciências, por exemplo, o estudante deveria ser capaz de articular mais facilmente os

conhecimentos. No ano de 2017, o Ministério da Educação apresentou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Básica. Nela foram definidas as aprendizagens comuns e essenciais que cada federação deve seguir, apresentando 10 competências gerais em que se baseará a educação brasileira.

Mesmo com a iminente implementação desta base, os objetivos, de modo geral, não se diferenciam muito daqueles previstos nas diretrizes anteriores. Ainda há uma valorização do desenvolvimento cidadão dos estudantes, bem como a abordagem de temas como saúde, atualidades, vida social e cultural, ciência e tecnologia, entre outras. Portanto, ainda há um componente que se direciona fortemente para um ensino contextualizado, cabendo às instituições de ensino espalhadas pelo país se adequarem à esta tendência (BRASIL, 2017).

Dentro deste contexto, entendemos a Química como uma linguagem para compreender a matéria e suas transformações, que se estendem desde aquelas comuns a todos os seres, como o cozimento dos alimentos, tingimento de tecidos, limpeza de ambientes e vão até os processos que ocorrem em indústrias de Química fina. Os avanços tecnológicos são de enorme importância para nossa sociedade, porém trabalhar somente com os conhecimentos químicos que envolvem processos fora da realidade dos estudantes é um caminho a ser repensado.

Além do mais, é preciso reconhecer o valor dos impactos que todos estes processos têm; de fato, existem benefícios oriundos dessas diversas transformações, que melhoraram nossa qualidade de vida ao longo do tempo. Por outro lado, é imprescindível que os impactos negativos sejam descortinados e apresentados, fornecendo ao estudante um embasamento pelo qual ele possa tomar suas próprias decisões e ter seus devidos posicionamentos sobre temas relacionados.

Neste interim, os conhecimentos de Química se inserem de forma a fornecer novos olhares sobre as transformações que ocorrem ao nosso redor. Contudo, o ensino dessa ciência tem usado de pontos de partidas que não se integram com a realidade dos alunos. O tipo de abordagem dos conteúdos de Química, muitas vezes, tem preconizado a memorização de fórmulas e nomenclaturas que, por sua vez, não apresentam um significado real para o estudante. É necessário, portanto, uma mudança na forma como esta disciplina é abordada dentro da sala de aula.

1.2. Problemas no Ensino de Ciências

O professor é a figura responsável por conduzir o aprendizado de sua turma, conduzir a novos olhares e significados construtivos para os conhecimentos, mesmo que esses alunos possuam, cada vez mais, fácil acesso à informação.

O Ensino de Ciências se mostra rico em saberes que podem ser apresentados sob diferentes óticas, pois o desenvolvimento da Ciência impacta diversos espectros da sociedade moderna; por que, mesmo compreendendo todo este exposto, ainda não atingimos um modelo de educação mais científica? Tendo em vista que os variados problemas na educação são já são bastante conhecidos, o que estaria faltando para alcançarmos esses objetivos?

Em nível internacional, Akram (2017) investigou os possíveis fatores para falta de interesse de estudantes do Ensino Médio pelas aulas de Química, um dos motivos para o desinteresse está relacionado ao fato dos professores não conseguirem despertar a curiosidade dos alunos durante o percurso do ensino, apontando uma certa inabilidade desses profissionais em relacionar os conteúdos de Química abordados com a vivência dos alunos e ao meio onde vivem.

Já Martins (2005) destaca alguns dos principais problemas enfrentados pelos professores de Ciências no país. Dentre esses estão as condições precárias de trabalho; a falta de uma finalidade de ensino com objetivo real de desenvolver cidadãos críticos; a não qualificação ou a descontinuidade das suas formações como docentes; e, por fim, a falta de compreensão da própria Ciência (MARTINS, 2005).

Entre essas problemáticas, destacamos o uso dos livros didáticos pelos professores. É comum que muitos professores na Educação Básica e Superior fundamentem suas aulas seguindo o escopo proposto nos livros e materiais adotados pelas instituições de ensino. Todas essas coleções didáticas utilizadas pelos professores, em sua maioria, priorizam apenas o conteúdo teórico para, posteriormente, tentarem encontrar alguma aplicação cotidiana. Esta conjuntura se agrava ainda mais com o conteudismo exigido pelas provas de ingresso em algumas universidades, resultando num ensino voltado para a máxima memorização de conceitos e com pouco retorno para a vida dos estudantes.

Em trabalho de Megid Neto (2003), o autor evidencia outra faceta do uso dos livros didáticos. Foi realizada uma investigação sobre o uso do material didático de ciências pelos professores e constatou-se que os mesmos fazem usos distintos do

material didático: há uma parcela que usam de maneira praticamente integral as coleções didáticas; outra parcela utiliza os livros apenas como apoio às atividades dentro e fora de sala de aula; e uma outra parte faz uso dos livros apenas como fonte bibliográfica, de modo a acrescentar aos seus conhecimentos. Isto denota que os próprios professores não estão sabendo aproveitar o que os livros didáticos se propõem; além disso, mostra que os livros não estão atendendo às necessidades dos professores que buscam supri-las em outras fontes (MEGID NETO e FRANCALANZA, 2003).

O livro ou outro material didático servem aos objetivos pedagógicos, pois são objetos de apoio ao conhecimento exposto ao professor. Um dos principais destaques da teoria sócio-histórica de Vigotski é o conceito de mediação, que trata de um processo de intervenção na relação sujeito-objeto, de modo que esta relação não seja mais direta, imediata, mas sim mediada. Segundo Vigotski, há dois tipos de elementos mediadores que são os instrumentos e os signos.

- **Instrumentos:** seriam as ferramentas que o homem utiliza sobre aquilo que deseja modificar; tratam-se de objetos físicos que abarcam um determinado objetivo de uso. Um exemplo seria uma caneca, a qual é um instrumento mediador do homem e do ato de tomar café. É válido ressaltar que apesar de certos animais fazerem uso de instrumentos, estes não possuem a preocupação de construir valores sociais em cima desses instrumentos de modo a utilizarem futuramente ou transmitir o conhecimento para os demais animais do grupo (OLIVEIRA, 1997).
- **Signos:** são como instrumentos psicológicos, pois atuam internamente ao sujeito diferentemente dos instrumentos que atuam modificando o mundo externo ao sujeito. Um exemplo bastante comum de signo é o de marcar com um nó uma corda de modo a remeter uma lembrança (OLIVEIRA, 1997). Segundo Cole e Scribner (2007) “o uso de signos conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura”.

Portanto, caracteriza-se uma função psicológica superior a combinação entre instrumento e signo na atividade psicológica. Quando os signos externos passam a

ser internos, ocorre o processo de internalização, que vai se desenvolvendo desde a mais tenra idade até a vida adulta (COLE e SCRIBNER, 2007).

A internalização de signos permite que o ser humano trabalhe com ideias, conceitos, representações sem que esteja realmente lidando com aquilo no plano físico, sendo tudo isto o foco de estudo de Vigotski, em como o homem representa o mundo ao seu redor (OLIVEIRA, 1997). Por isso, entendemos que a contextualização funciona como uma ferramenta efetiva que pode ir na contramão dos problemas relativos ao ensino, por servir como um pano de fundo, ou um elemento mediador, para que o professor trabalhe com o aprendizado de conceitos em sala. Essa abordagem traz para a sala de aula situações comuns e já internalizadas pelos estudantes.

1.2.1. Considerações sobre a atuação docente

Aprofundando mais nessa questão, há que se levar em conta a visão externa sobre a atuação docente que, muitas vezes, acredita se reduzir a apenas expor uma determinada quantidade de conteúdo; e quanto maior esta exposição, mais preparados estarão estes alunos sobre aqueles determinados conhecimentos. Acontece que nem todos os alunos aprendem no mesmo ritmo, devido à uma série de fatores, sejam sociais, econômicos ou biológicos. Como atestar, então, a qualidade da aula de um docente que dá a mesma aula para alunos tão distintos? De fato, este ponto parece ser um grande desafio da profissão docente.

Os professores, antes de tudo, precisam estar munidos de vasto conhecimento daquilo que vão ensinar, além de conhecerem questões mais práticas relacionadas ao ensino, como currículo, material aplicado, sistema educacional, entre outros pontos. Mesmo que os docentes possuam todo este arsenal em suas mãos, ainda assim, o fator afetivo também pesará na sua prática, a dedicação, o cuidado e a preocupação em desempenhar um bom trabalho são fatores que influenciam e muito na conduta que os estudantes terão para com esse professor.

Talvez essas últimas características citadas são aquelas que seguram a maioria dos professores em suas práticas nesse cenário atual, onde existem condições inadequadas de trabalho. Por mais que tenham os melhores objetivos quanto a chegar em um bom patamar em relação à qualidade de ensino do país, serão os professores os responsáveis diretos em guiar os milhões de estudantes que estão, não somente na Educação Básica, mas também na Educação Superior.

Voltando esse raciocínio para o Ensino de Química, nos PCNEM, sugere-se que esta área seja trabalhada de forma contextualizada, conectando os conhecimentos de forma a propiciar uma formação cidadã do estudante e trabalhar com conceitos interdisciplinares. Em Quadros (2011) foram discutidas as visões dos professores ao ensinar Química e suas principais dificuldades. Destacam-se, entre elas, a falta de alternativas para a diversificação das aulas, e a ausência de interesse e compromisso dos alunos em estudar a disciplina.

Além disso, nos PCN+, complementando o que já havia sido proposto nos PCNEM, fundamentou-se que os conceitos de Química deveriam ser executados aliando, pelo menos, três características:

- Aplicar a contextualização de temas ao Ensino de Química;
- Respeitar o desenvolvimento cognitivo e afetivo dos estudantes;
- Buscar desenvolver habilidades e competências relativas aos conhecimentos em Química (BRASIL, 2002).

Neste sentido, os parâmetros resumem de forma clara o que se busca no aprendizado de Química:

A aprendizagem de química, nessa perspectiva, facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. (BRASIL, 2002, p. 88)

Tendo isso exposto, sabemos onde queremos chegar em relação aos objetivos de se ensinar Química, além disso, conhecemos os problemas relacionados ao Ensino de Ciências. Resta, portanto, a seguinte questão: como o professor pode realizar essa tarefa?

Em suma, o professor, mesmo com todos os problemas que enfrenta, formou-se e detém o conhecimento que o permite lecionar. Uma solução para o professor de Química seria reconhecer ou começar a trabalhar melhor com seus pontos de partidas, isto é, introduzir os conteúdos a partir de pontos em que seus estudantes saibam reconhecer. Muitas vezes, a situação contrária se faz: o professor priorizar

pontos de partidas baseando-se nos livros didáticos, nas exigências do vestibular ou na sua própria concepção, sem considerar a vivência e nível de compreensão dos alunos. Este trabalho se propõe a apresentar uma alternativa ao ensino de Química, buscando utilizar da vivência dos alunos como ponto inicial para abordagem de conteúdos de Química.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Entendendo que a Química é bastante presente na vida cotidiana, muitos autores que trabalham com Ensino de Química vão em busca de descortinar a importância e participação desta ciência na vivência dos estudantes. Quanto mais próximo está o assunto do conhecimento dos estudantes, melhor será a introdução dos conhecimentos de Química relacionados as temáticas.

Em trabalho de Milaré, Richetti e Filho (2009) sobre alfabetização científica, foram compilados 29 artigos publicados na seção Química & Sociedade da revista Química Nova na Escola que se concentravam em abordar temas cotidianos, contextualizando a Química; entre esses temas abordados estão meio ambiente, alimentos, ciência e tecnologia, saúde, entre outros.

Dentro deste trabalho, cita-se a obra de Dias e Silva (1996) que trata sobre a temática dos perfumes. Neste escopo, os autores buscam direcionar a discussão do tema colocando algumas perguntas no corpo do texto; além disso, em temas como este, é bastante interessante mostrar um contexto histórico, mostrando que o hábito de usar e produzir fragrâncias de odor agradável data de bastante tempo atrás. Claramente, os autores procuravam apresentar um exemplo de onde se encontram compostos orgânicos no cotidiano, mostrando como se dá a diferenciação das diferentes fragrâncias e a diferença estrutural entre as mesmas. É um tema que se mostra esclarecedor, pois ressalta que o cheiro também é químico, além de descrever brevemente a composição dos perfumes. No final do trabalho, é possível ter acesso aos preços de alguns dos óleos essenciais utilizados para se formular perfumes, mostrando que a fabricação dos mesmos não é algo exclusivo de grandes indústrias, mas que podem ser manipulados artesanalmente.

Em busca de realizar uma abordagem desmistificadora acerca dos conhecimentos muito presentes na sociedade, o trabalho de Silva e Furtado (2005) apresenta o tema relativo aos alimentos *diets* e *lights*. Algo que merece destaque nesta temática é que os conhecimentos expostos se enquadram bem nos objetivos

dos parâmetros curriculares para Química, pois, ao desmistificarem conceitos como “alimentos diets fazem mal em excesso”, criam melhores juízos de valores; ou seja, dão a oportunidade de o indivíduo fazer escolhas baseadas em fatos científicos já elucidados.

Outra preocupação citada na introdução deste trabalho e observada em Cardoso et. al. (2008) é salientar os impactos tanto negativos quanto positivos das transformações químicas para nossa sociedade. Em especial, o autor buscou, através dos conhecimentos químicos e da temática ambiental, desfazer mitos criados principalmente pelas mídias sobre os biocombustíveis como sendo apenas benéficos ao meio ambiente. Este tema apesar de não estar diretamente relacionado à vida dos estudantes é essencial para apresentar como as tecnologias beneficiam na evolução de nossa qualidade de vida (disponibilidade de combustíveis oriundos de fontes renováveis); ademais, é um tema ricamente interdisciplinar que, segundo o autor, pode apresentar conceitos, não só de Química, mas de Física, História, Geografia ou Biologia.

Como exemplo, o ciclo do nitrogênio foi relacionado ao tema com plantio da cana, mostrando como a produção de biocombustível pode impactar o meio ambiente ao desregular a ciclagem de nitrogênio no solo:

A cultura da cana-de-açúcar atua direta ou indiretamente nos quatro mecanismos de formação e dispersão de nitrogênio ativo no ambiente. O processo se inicia quando cerca de 100 kg por ano de fertilizantes nitrogenados são adicionados ao solo por hectare na cultura da cana-de-açúcar. (CARDOSO, 2008, p. 11)

Além desses, há outros artigos e trabalhos que mostram uma aplicação direta da Química no cotidiano e temas relacionados. O grupo LAEQUI (Laboratório de Ensino de Química) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por exemplo, utiliza tais temáticas cotidianas para elaboração de materiais didáticos e discussão sobre metodologias e estratégias no Ensino de Química. As publicações desse grupo abarcam uma série de trabalhos cujos temas caminham pela saúde, utilização de cosméticos, meio ambiente, uso de livros didáticos, etc.

Recentemente, a publicação de Storgatto, Braibante e Braibante (2017) elucidou alguns conhecimentos químicos por de trás do tema da odontologia,

articulando os mesmos com a temática da saúde bucal. Inicialmente, a autora explora a situação de uma consulta ao dentista e ressalta como a Química auxiliou no desenvolvimento na área de odontologia; muitos dos procedimentos realizados como o raio-x para revelar a situação interna da boca; utilização de polímeros para restauração dentária; ou o uso de anestesia são abordados neste trabalho.

De fato, este tema e tantos outros se mostram como verdadeiros arsenais para explorar os conhecimentos químicos. Seria isto suficiente para o professor utilizar uma abordagem contextualizada e interdisciplinar em sua prática docente? Ou seria necessário apresentar ao professor, além de propostas com as quais trabalhar, o “como fazer”, sem seguir, no entanto, uma receita pronta, permitindo que o mesmo consiga colocar sua própria identidade ao trabalho?

Certamente, o trabalho com a Química contextualizada nas diversas temáticas pode contribuir para uma formação cidadã dos estudantes. Contudo, como aplicar tais temas às salas de aula? Seria necessário realizar uma aula, por exemplo, sobre aspectos da odontologia? Ou na aula destinada a se trabalhar com conceitos de acidez e basicidade, abordar a presença da Química na odontologia? Esses são tipos de perguntas que buscamos orientar para chegar numa resposta ao trabalhar com um tema comum à vivência dos estudantes: a higiene.

2.1. A higiene

Assim como nos trabalhos de Retondo (2004) e Corrêa (2017), que procuravam contextualizar as temáticas dos conceitos químicos envolvidos nos sentidos do corpo humano e nos alimentos, respectivamente, o tema higiene também se mostra muito rico em caminhos que podem ser explorados com os objetivos já expostos: formação cidadã dos estudantes aliada à alfabetização científica.

Um dos motivos para tal é que a higiene tem seu desenvolvimento acompanhando a evolução humana ao longo da história. Apesar de os hábitos de higiene serem, de certa forma, automáticos, eles nem sempre foram os mesmos e, muito menos, não possuíam tamanha diversidade de produtos que existem à nossa disposição atualmente.

Não é incomum considerarmos que hoje somos mais asseados que as pessoas no passado, porém pode ser um pensamento equivocado e que não leva em consideração o contexto histórico de cada época. Por exemplo, em algumas culturas do passado, como a egípcia e a grega, as práticas de higiene faziam parte de um ideal

sagrado do povo, objetivando a pureza ou um estado em que se atingia condições ideais da vida física, moral e emocional.

Desconsiderando os méritos de purificação espiritual, é fato que a higiene e o embelezamento foram, ao longo do tempo, uma maneira de diferenciação social; a ideia de exclusividade ou raridade agradava a reis, rainhas, chefes tribais ou pessoas das classes nobres. Toda esta valorização serviu para incrementar as trocas comerciais entre esses povos, que cada vez mais procuravam especiarias de modo a garantir um status diferenciado referente às suas posições na sociedade (SMITH, 2007).

Seguramente, esses ideais, que começaram nas classes mais altas, serviram de molde para aquelas classes, fora desta camada, a seguirem os mesmos hábitos e, com o tempo, toda essa cultura evoluiu para aquilo que conhecemos hoje. Independentemente da classe social, nos presentes dias, contamos com alguns hábitos de higiene e de cuidados corporais que dificilmente nos imaginamos vivendo sem; para qualquer parte de nosso corpo que está suja ou malcuidada, há algum produto que atua como uma solução.

Sob uma nova perspectiva, Curtis (2007) sugere que a higiene possui um caráter mais biológico e consequentemente instintivo. Para a autora, a higiene surgiu como forma de defesa e perpetuação da espécie, criando sentidos inatos como a sensação de nojo, de modo a ficarmos mais alertas quanto à agentes infecciosos. Nesta visão, claramente a evolução das espécies foi aquilo que ensinou os seres vivos a serem mais higiênicos:

Gradualmente, o comportamento higiênico foi selecionado, tornando-se uma parte instintiva do repertório comportamental, assim como atacar ou ficar imóvel se tornaram respostas instintivas às ameaças predatórias. (CURTIS, 2007, p. 12)

Além do que foi exposto, compreendemos que a higiene e seus processos são muito importantes para manutenção de nossa saúde. É por isso que desde crianças somos ensinados a lavar as mãos antes de manipular os alimentos; escovar os dentes após cada refeição ou tomarmos banho regularmente. Só temos acesso à essas

conclusões por causa do desenvolvimento científico ao longo dos séculos, que nos permitiram concluir que a causa da maioria das doenças estava relacionada ao contato com micro-organismos patógenos e que se proliferavam mais intensamente com a falta de higienização.

O saneamento básico é um direito que muitos ainda não têm acesso nos dias de hoje, mesmo conhecendo todas as possíveis consequências negativas que a falta do mesmo acarreta. Apesar desse conceito ser algo mais recente, pode-se dizer que alguns povos da antiguidade já desenvolviam princípios de saneamento em suas cidades, como os povos gregos e romanos.

Devido ao florescimento comercial das regiões que compreendiam a Grécia Antiga, a crescente população dessa região fez com que surgisse uma sociedade que tentava se organizar de modo a manter uma disciplina e se proteger contra o que denominavam “miasmas”, o nome para sujeira ou ofensas aos deuses, que causavam algum tipo de mal às pessoas (CURTIS, 2007).

Para eles, então, o que chamaríamos hoje falta de higiene possuía tanto um caráter prático do dia a dia quanto um caráter religioso. Esta visão das doenças serem causadas por ordem divina era comum também aos egípcios e aos hindus daquela época; neste último caso, por exemplo, há ordens escritas no Código de Manu que prescrevem evitar o contato com impurezas como o sangue, sémen, urina, fezes, lágrimas, entre outras.

Além disso, povos como os gregos e romanos foram bastante conhecidos por seus banhos e latrinas públicas. Ambas culturas compartilhavam a adoração pela água e pela manutenção da limpeza; na realidade, este e outros aspectos da cultura romana foram muito inspirados pela cultura grega, principalmente, em se tratando da higiene (SMITH, 2007). O comportamento dessas sociedades mostra como pode ser equivocado pensar que antigamente as civilizações eram menos asseadas; a diferença que existe entre hoje e algumas civilizações do passado é a tecnologia com que contamos atualmente, permitindo-nos fácil acesso à água potável, fontes de energia para nossas residências e produtos para realizarmos nossa higiene pessoal.

Com a ascensão da Igreja Católica na Europa, há uma decadência em relação aos cuidados com o corpo; o pensamento preconizado era de que aquilo que importava era a pureza da alma, fato este que fez muitas pessoas se descuidarem da higiene e, com toda certeza, aumentasse a proliferação de patologias. Smith (2007) comenta que “houve uma revolução religiosa na qual o dever moral de ‘conhecer a si

mesmo' tornou-se muito mais importante que o dever higiênico e secular de 'cuide de si mesmo'."

Apenas com o advento do pensamento científico, após o fim da Idade Média, é que se voltou a ter uma atenção maior quanto aos cuidados com o corpo. Nesse sentido, é possível notar e explorar o impacto positivo que os adventos científicos acarretaram, o que é, de fato, muito importante para proporcionar um novo olhar ao aluno; não apenas de que a higiene é limitada aos seus hábitos, mas que a sua evolução trouxe muitos benefícios para a humanidade. Em suma, a própria ciência veio, ao longo do tempo, corrigindo visões errôneas sobre as causas de males e, através da higiene, apresentou uma ferramenta de profilaxia para se evitar doenças.

Atualmente, esses hábitos, que auxiliam a nos manter asseados e protegidos, estão bem consolidados. Entretanto, como mostram estudos e os dados apresentados, há ainda um dominante analfabetismo científico. Então, por que não usar um tema relativo às nossas vivências e que possui material para apresentar a ciência e explorar seus aspectos químicos? Um estudante certamente sabe que deve lavar as mãos antes das refeições, mas será que sabe o porquê ou se está realizando esta atividade corretamente? Esse mesmo estudante também compreende que o xampu limpa seu cabelo, mas será que ele ou ela entende como a interação desse produto funciona com o cabelo?

Todos estes saberes são ensinados nas séries primárias do Ensino Básico. Apesar disso, não são assuntos esgotáveis, sendo possível continuar a explorá-los nas séries finais, como no Ensino Médio, expondo mais profundamente os significados inerentes àqueles hábitos e consolidando de forma mais efetiva os objetivos pedagógicos.

Por esse motivo, encontramos na higiene uma linha de desenvolvimento histórico muito rica. Não poderíamos deixar de considerar também o papel desempenhado pelos processos de higiene e dos próprios produtos utilizados nos mesmos. Por esse ângulo, ao tratarmos em como tais mudanças ocorrem, estamos logicamente avaliando a perspectiva química de tais hábitos.

Como exemplo, Barbosa e Santos (1995) desenvolveram um trabalho sobre o tema de xampus, no qual abordaram os efeitos dos agentes de limpeza presentes no produto, além de apresentar sucintamente outros aspectos químicos importantes. Neste artigo, os autores se ativeram apenas às informações químicas que o tema

possui, sem criar uma abordagem pedagógica específica para se trabalhar com o mesmo.

Por outro lado, a *American Chemical Society* (ACS) se utilizou dessa mesma temática com uma abordagem diferente. Criaram um guia para professores trabalharem o tema em sala de aula, o qual é um acompanhamento do texto *Shampoo: From Lab to Shower*, da revista *Chemmatters* (ACS, 2014); para ter acesso ao texto do material é necessário pagar, sendo gratuito somente o guia para professores. O guia propõe que os estudantes leiam o texto para depois o professor colocar algumas perguntas retiradas do próprio guia como, por exemplo:

- O que é a sujeira no nosso couro cabeludo que almejamos remover com o xampu?
- Que fatores determinam como a sujeira em nossos cabelos podem estar ao final do dia?
- Qual é a relação entre o formato dos fios de cabelo e sua oleosidade?
- O que são micelas?

Além disso, o material fornece informações extras aos professores, provavelmente, para prepará-los para responder às possíveis perguntas dos estudantes ou dar oportunidade de o professor trabalhar com informações adicionais, que não estão presentes no texto.

O trabalho desenvolvido sobre sabões e detergentes de autoria de Verani, Gonçalves e Nascimento (2000), utiliza outro tipo de abordagem, mais voltada para uma proposta que mescla a teoria e a prática, e ainda interacionista. Apesar da finalidade desses produtos ser a higiene e a limpeza, o objetivo desta proposta não era explorar aspectos da higiene, mas estimular uma visão química para a fabricação destes produtos e, através da interação entre o alunado, consolidar o conhecimento aprendido.

Um material didático parecido com o citado da ACS foi produzido pela *Chemistry and Industry for Teachers in European Schools* (CITIES), disponibilizado na internet, que aborda a temática dos desodorantes e antitranspirantes com objetivo de dar aos professores uma ferramenta para deixar suas aulas mais interessantes e contextualizadas. Neste texto de 6 páginas de extensão, são trabalhados, brevemente: contexto histórico desses produtos; suas diferenças; alguns conceitos químicos como acidez e impactos à saúde que têm seus usos. Também se percebe

um caráter apenas informativo para o professor, sem sugestão nenhuma de uso ou metodologia pedagógica a ser seguida.

Segundo Munchen (2012), muitos estudantes demonstram interesse em conhecer melhor sobre produtos cosméticos e de higiene, notando-se claramente que associar as suas vivências com os elementos previstos nos currículos é um meio favorável para construção do conhecimento. O trabalho da autora gira em torno de três enfoques principais: a abordagem dos aspectos químicos envolvidos nos produtos cosméticos e de higiene; trabalhar com o conceito de funções orgânicas; e aliar tudo isso à metodologia de ensino dos três momentos pedagógicos. O enfoque aqui se baseava em aliar uma metodologia de ensino já consolidada a um tema cotidiano que contextualizaria o ensino de conceitos químicos, pela qual os estudantes construiriam, a cada etapa, os seus conhecimentos acerca do tema proposto.

Pensando em tudo isso, é possível concluir que há diversas maneiras de se tratar a contextualização no Ensino de Química. Por isso, propusemo-nos a desenvolver um material que transite entre as diversas áreas da ciência com a finalidade de dar suporte de caráter complementar à atividade docente. Não pretendemos substituir o material didático do professor, visto que o mesmo poderia ser alvo das mesmas deficiências que o livro didático apresenta, mas sim acrescentar valor à formação docente. Para contemplar essa proposta, elegemos o tema higiene das axilas e capilar como caminhos para entregar um ensino que além de apresentar conceitos químicos, some à formação cidadã dos estudantes.

Diferentemente da higiene capilar que possui vários tópicos que podem ser desenvolvidos, a higiene das axilas possui uma complexidade maior e poucos aspectos químicos que possam ser discutidos. Percebemos que este tema poderia estar sendo usado em uma abordagem baseada no modelo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Quando esta temática é trabalhada de maneira investigativa, mostrando como as mudanças na sociedade influenciaram também as tecnologias que se tem atualmente, pode-se encontrar um ponto para se trabalhar a educação cidadã de acordo com as diretrizes políticas.

Diante dessa discussão e da importância do papel do professor em direcionar a forma com que os conteúdos serão abordados na sala de aula, este trabalho visa fornecer subsídios ao professor para que ele consiga conduzir uma discussão contextualizada sobre os conceitos químicos utilizando-se dessa temática.

Baseado no exposto, pretendíamos investigar: Será que é possível utilizar a higiene capilar e das axilas, aliadas a vivência dos alunos, para abordar conteúdos de química em sala de aula? Além disso, será possível colocar todo esse conteúdo de forma didática em um material que auxilie a prática docente?

Imaginamos que para melhorar um pouco esse panorama, deveria haver alguma fonte de informação, onde as pessoas interessadas poderiam se instruir e entender os aspectos mais básicos envolvidos nos processos de higiene. Além disso, seria conveniente que estes aspectos pudessem ser introduzidos nas aulas de ciências, desde o ensino fundamental, ressaltando sua importância para a melhoria na qualidade de vida das pessoas. Infelizmente, pensamos que no momento não existe profissional que tenha tido uma formação abrangente o suficiente para praticar um ensino desta maneira, voltado para o indivíduo, usando sua experiência de vida, por menor que seja, para desenvolver um conhecimento que lhe seja útil, e que esteja tão próximo dele que ele se sinta parte do conhecimento.

Apesar da necessidade iminente por este tipo de ensino, não percebemos nenhuma movimentação no sentido de atendê-la. Talvez seja necessário preparar melhor nossos licenciados, fornecendo-lhes informações que respondam aos questionamentos anteriores, que os tornem capazes de praticar um ensino mais contextualizado e direcionado para a vida do futuro cidadão. Seria possível juntar em um mesmo material, ou disciplina, todas as informações necessárias para preparar este tipo de profissional, informações estas que contemplem tanto o aspecto de higiene quanto o de ciências ou física e química?

Entendemos que para atingir este objetivo é essencial as participações dos professores, em especial dos professores de Química, pois são aqueles que possuem ferramentas para conduzir os seus alunos para um olhar mais científico, sobre os fenômenos do cotidiano. Portanto, seria possível estes profissionais darem aulas sem que os alunos percebam que estão dentro de uma?

Em suma, nossas expectativas em relação ao ensino contextualizado podem ser resumidas nas competências 1 e 2 da iminente BNCC:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise

crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias (...) (BRASIL, 2017, p. 9)

3. OBJETIVOS

- Preparar um material inédito utilizando conceitos de química para explicar os aspectos envolvidos na higiene capilar e das axilas.
- Aplicar esse material em aulas de química geral oferecidas a alunos de graduação.
- Avaliar, através de questionários, a eficiência do uso do conteúdo deste material em uma aula contextualizada de Química Geral.

4. PLANEJAMENTO DO TRABALHO

Para alcançarmos os objetivos propostos, adotamos a estratégia de, inicialmente, fazer um levantamento bibliográfico destacando os trabalhos científicos na área de Química que enfatizavam algum aspecto relacionado à higiene.

Tomamos como ponto de partida, a higiene capilar, em especial, a atuação dos produtos xampu e condicionador sobre os cabelos. Verificamos que dentro deste tema existiam potenciais tópicos que poderíamos trabalhar com a contextualização de conceitos químicos, como as interações intermoleculares. Com este conceito apresentado, buscávamos também propor uma melhor construção de juízo de valor, pois compreender que para ocorrer a limpeza dos fios é necessário existir determinados tipos de interações; logo, se fossem substituídos os produtos por outros como o detergente de cozinha, será que haveria o mesmo efeito? Por esse motivo, exploramos profundamente a estrutura e composição química do cabelo, da sujeira, o efeito da água sobre os cabelos e como todos estes se combinam com o surfactante presente nos xampus.

Após esta etapa de coleta de informações dentro da higiene capilar e que contextualizavam a Química, partimos para redação de um texto, o qual tinha como objetivo principal servir de apoio ao professor. Intentamos iniciar o texto imaginando um cenário em que o professor utilizasse a própria vivência de seus estudantes, de modo a voltar suas atenções para o tema e criar uma participação maior por parte da turma.

À medida que o texto foi desenvolvido e as informações sendo organizadas, elaboramos variadas perguntas de forma a conectar e introduzir os diferentes conteúdos. Apesar do enfoque do texto ser o professor, acreditamos que desta forma apresentaríamos de forma mais clara o conteúdo do texto, sempre levando em consideração a contextualização dos conhecimentos em química.

Entendemos também que contextualizar um tema pode levar à algumas questões fora do escopo da Química, por exemplo, “quando surgiu o primeiro xampu?” Ou “com o que lavavam a cabelo antes da invenção do xampu?” Por esse motivo, compreendemos ser essencial munir o professor destas informações históricas, que enxergamos ser, além de simples perguntas, uma maneira de mediar o aprendizado, trazendo os estudantes e seus conhecimentos prévios e transformando-os em uma linguagem mais científica.

Esta abordagem foi similar quando tratamos da questão ambiental relacionada a estes produtos. Como supracitado, é essencial para instrução cidadã dos estudantes apresentar tanto os impactos positivos quanto os impactos negativos que o desenvolvimento científico, através de suas tecnologias, acarretou para sociedade moderna. Portanto, finalizamos a redação deste material comentando sobre os impactos ao meio ambiente do uso de xampus e possíveis impactos para a saúde.

Esta estratégia de contextualização do ensino de Química, a partir da vivência dos alunos, foi aplicada junto aos alunos de uma disciplina de Química Geral oferecida no IQ-Unicamp no primeiro semestre de 2017, para ingressantes do curso de Engenharia Mecânica ao longo de quatro horas de atividade.

A metodologia seguida para a elaboração do material envolvendo a temática da higiene das axilas foi semelhante à usada para elaboração do material para higiene capilar. A princípio, fizemos um levantamento bibliográfico de trabalhos relacionados ao tema e, por esta razão, destacamos os produtos desodorante e antitranspirante por estarem intimamente ligados ao assunto.

Verificamos que este tema vai muito além de conhecimentos químicos: é um objeto que faz parte da história de higiene pessoal, pois a variedade que encontramos hoje, antes das mudanças químicas ocorrerem, foi guiada por modificações culturais na sociedade. Em vista disso, identificamos que, na união desses dois materiais sobre higiene contextualizando conhecimentos químicos, a temática da higiene das axilas ficaria melhor colocada de forma introdutória ao tema higiene.

Ao contrário da temática da higiene capilar, a higiene das axilas não possui um mecanismo de atuação tão fácil de ser esquematizado e, portanto, acreditamos que para esta temática se encaminharia melhor para uma abordagem mais alinhada com as propostas CTS. A ideia seria o professor utilizar desta proposta para introduzir à Química ao indivíduo, mostrando, por exemplo, como são compostas as diferentes formas de antitranspirantes.

Por fim, vale ressaltar que não é nossa pretensão substituir qualquer material como livros didáticos, utilizados pelo professor, mas sim fornecer uma ferramenta complementar, de modo que possam incrementar suas aulas com um tema bastante comum a todos nós.

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

5.1. Higiene das axilas

O material elaborado sobre a higiene das axilas se dividiu em quatro partes principais:

1. O que é higiene?
2. À flor da pele.
3. Desodorante ou antitranspirante?
4. O que há nos desodorantes e antitranspirantes?

Esta construção foi realizada para garantirmos que os conceitos e assuntos relativos à proposta sobre tema fossem construídos e disponibilizados gradativamente.

5.1.1. Proposta de texto sobre a temática da higiene das axilas

1. O que é a higiene?

Provavelmente, nunca precisamos pensar sobre o que seria higiene, pois os hábitos que a compõe sempre vieram prontos até nós. “Vai tomar banho!”, “vai escovar os dentes!” Ou “vai lavar as mãos!” São frases que nossos pais, desde o início de nossas vidas, nos falavam, sempre explicando a importância desses costumes, baseados em suas próprias vivências e naquilo que lhes foram passados de geração em geração.

É dentro do ambiente familiar que se começa esta preocupação com a higiene e a consequente formação dos nossos hábitos de higiene. De maneira simplista, se fôssemos nos perguntar o que é higiene, a resposta poderia remeter a todos aqueles processos que nos mantêm limpos, de modo a resguardar nossa saúde e, indo além, fornecem alguma aceitação social.

Não tão diferente desse pensamento, uma busca rápida na internet nos forneceria a seguinte resposta: “Higiene: conjunto de condições ou hábitos que conduzem ao bem-estar e à saúde; limpeza, asseio.” Assim sendo, aparentemente, não há outras visões no nosso cotidiano que fomentem melhor uma discussão em torno do que é higiene e por isso, parece que há um certo consenso sobre sua definição.

Contudo, por que será que existem pessoas avessas a alguns hábitos e produtos difundidos para uso higiênico? Por que essas mesmas pessoas fabricam

seus próprios produtos como creme dentais, xampus e até mesmo desodorantes artesanais? Isto pode nos levar a refletir sobre os prós e contras dos hábitos de higiene. Será que estamos realmente nos beneficiando com todos esses processos?

Qualquer pessoa que possui tais hábitos e usa produtos de higiene pode se fazer essas perguntas. Um aluno curioso, por exemplo, poderia perguntar o que é higiene para alguns de seus professores na sua escola. Para quais professores ele poderia perguntar? Se este aluno imaginar que o ser humano, durante a história, notou que o asseio dos corpos fez com que a existência de milhares de pessoas fosse prolongada, então, poder-se-ia definir a higiene como uma atitude utilizada para garantir a sua sobrevivência. Esta visão, claramente, coincidiria com a do professor de Biologia, que poderia afirmar ainda que a higiene agrega hábitos, que tem por função nos proteger contra doenças. A higiene atuaria, portanto, como um mecanismo de defesa e sobrevivência de uma determinada espécie.

O jovem aluno poderia ainda pensar na higiene com relação ao tempo: será que os hábitos e as motivações relacionadas à higiene foram sempre assim? Seria interessante questionar o seu professor de História sobre esse assunto. Se formos pensar que nem sempre nossa sociedade possuía a mesma estrutura social ou tecnológica, poderíamos extrapolar que os costumes de higiene, também, nem sempre se constituíram da mesma forma. Por isso, para um professor de História, a percepção de higiene certamente seria outra; a higiene poderia ser um processo que, ao longo do tempo, assumiu variadas funções, dependendo de cada época, e que foi evoluindo até alcançar as práticas que conhecemos hoje.

Por exemplo, existe um pensamento que pode ser historicamente equivocado que é o de considerar que hoje somos mais asseados que as pessoas de antigamente. Em algumas culturas do passado, como a egípcia e a grega, as práticas de higiene faziam parte de um ideal sagrado do povo, objetivando a pureza ou um estado em que se atingia condições ideais da vida física, moral e emocional (SMITH, 2007). Ocorre que os avanços na tecnologia e as descobertas sobre doenças nos permite ter uma longevidade maior que nas épocas anteriores.

Sem adentrar em méritos de purificação da alma, é fato que a higiene e o embelezamento foram, ao longo do tempo, uma maneira de diferenciação social. A ideia de exclusividade ou raridade agradava a reis, rainhas, chefes tribais ou pessoas das classes mais altas e, por esse motivo, cada cosmético novo proporcionava uma nova diferenciação (SMITH, 2007).

Esses ideais, que começaram nas classes mais altas, serviram de molde para aqueles fora desta camada a seguirem os mesmos hábitos e, com o tempo, toda essa cultura evoluiu para aquilo que conhecemos hoje. Independentemente da classe social, nos presentes dias, contamos com alguns hábitos de higiene e de cuidados corporais que dificilmente nos imaginamos vivendo sem. Note que para qualquer parte de nosso corpo que está suja ou malcuidada, há algum produto que resolva tal situação.

Precisamos considerar o papel desempenhado pelos processos de higiene e dos próprios produtos para, de fato, compreender o que os mesmos acarretam. Quando lavamos a mão com um sabonete, estamos removendo a sujeira dela; quando estamos escovando os dentes, também estamos retirando a sujeira dos mesmos e polindo sua superfície; quando estamos aplicando um desodorante em nossas axilas, estamos também nos prevenindo contra maus odores. Por esse ângulo, ao aprofundarmos nos hábitos de higiene, estamos também avaliando a perspectiva química de tais mecanismos. Logo, o que diria um professor de Química sobre a higiene?

Certamente, para o professor de Química, um ponto de vista inicial sobre a higiene seria considerar a sujeira como apenas uma matéria que, até ser classificada dessa forma, passou por diversas transformações e se acumulou em algum local indesejado para nós; já a limpeza consistiria de outros processos realizados, mecânicos ou químicos, com objetivo de remover ou amenizar a sujeira. Em suma, sob a ótica química, não seria a sujeira apenas matéria fora do lugar? E a limpeza apenas uma maneira de colocar essa matéria “no lugar”? Ao que parece sim.

No entanto, é necessário ponderar melhor sobre os processos de higiene. Tanto lavar as mãos com um sabonete quanto aplicar um desodorante nas axilas são considerados hábitos de higiene. Será que os mesmos possuem o mesmo princípio de atuação? A resposta é não, pois um sabonete está retirando uma matéria da superfície das mãos, já o desodorante está adicionando substâncias diferentes à superfície das axilas. Desta forma, podemos concluir que a higiene não é complexa somente nos diversos pontos de vistas quanto à sua definição, ela pode também carregar uma diversidade de significados dentro de apenas um desses panoramas.

Para se chegar numa visão Química da higiene, é preciso olhar de uma maneira geral para os processos que a compõe. Podemos inferir dentro deste universo dos hábitos de higiene que há, pelo menos, quatro ações diferentes:

1. Perfumar: quase todos os produtos de higiene possuem alguma fragrância atrelada, de modo que além de cumprirem suas funções, possam deixar um aroma agradável no corpo;
2. Remoção da sujeira: lavar os cabelos com xampu é um processo de remoção da sujeira;
3. Reposição de componentes: aplicar um condicionador nos cabelos, por exemplo, devolve uma camada hidrofóbica aos fios de cabelo de modo que não se atritem.
4. Proteção: a higienização de nossos corpos fornece também uma proteção contra micro-organismos que podem nos causar doenças.

A Química, portanto, tem um papel essencial nos hábitos de higiene, pois, mesmo que os propósitos desta prática fossem de ordem social ou religiosa, é através da manipulação da matéria que se consegue obter resultados esperados. Buscamos com este texto explorar um desses significados da higiene, conjugada à visão da Química, pois acreditamos ser muito oportuno explicar a Química envolvendo um assunto que lidamos cotidianamente.

1.1. *Higiene das axilas*

Xampu, condicionador, sabonete, creme dental ou desodorante são alguns exemplos de produtos de higiene que, diariamente, temos algum contato. São eles que combatem alguns de nossos problemas como a sujeira e o mau cheiro, podendo substituí-los por odores mais agradáveis. Em especial, o desodorante é aquele que talvez desempenhe um papel fundamental para nos manter livres dos maus cheiros das axilas, de modo que não fiquemos dependentes apenas do banho para eliminarmos os odores corporais.

Você se recorda qual foi o seu primeiro desodorante, como foi escolhido ou quando começou a usá-lo? É bastante provável, que seus pais o tenham escolhido por você. Quais foram os critérios para essa escolha? Apenas o preço? Se formos observar nas alas destinadas aos desodorantes nos mercados, perceberemos que há uma infinidade de marcas e, acima de tudo, de produtos diferentes. Não é curioso?

Se nos aproximarmos das prateleiras, pegarmos um produto e começarmos a ler seu rótulo veremos uma série de informações e, principalmente, notaremos que, na maioria dessas embalagens, há a palavra “antitranspirante”; seria este termo um

nome mais técnico para a palavra desodorante? Na realidade, as duas palavras nomeiam produtos diferentes, mas que possuem local de atuação igual: a axila.

Atualmente, qual o desodorante você está usando? Com certeza, este produto possui uma série de características que lhes são vantajosas; se for um aerossol então você pode até compartilhar com mais alguém de sua casa. Por outro lado, se fosse um desodorante *roll-on*, não poderíamos afirmar o mesmo porque, nesse caso, a aplicação envolve contato com a pele. Além de tudo isso, há outras formas de aplicação em forma de creme ou géis, que podem ser menos comuns nos mercados, mas estão presentes em farmácias. Alguém que viveu nas primeiras décadas do século XX certamente usava como desodorante, um produto líquido ou um creme, sugerindo que ao longo do tempo também havia uma predominância de diferentes tipos de desodorantes.

Pensando em todos esses tipos de produtos, haveria algum que se destacaria mais que o outro, considerando sua eficiência? Em outras palavras, qual é a melhor forma de desodorante? Podemos considerar vários pontos de vista para responder essas perguntas, como: o preço, aqueles mais baratos e que atendam suas funções podem ser a escolha ideal; praticidade, aqueles cujas características vantajosas, como secagem rápida, não manchar as roupas, não irritação da pele, entre outras; ou a eficiência em executar sua função, aquele que cumpre melhor a sua função nas axilas.

Então, parece que não há uma concordância definida de qual forma seria melhor, pois depende do que se está se considerando para fazer este julgamento. Por isso, ao tratarmos da eficiência desses produtos, estaremos avaliando sob a perspectiva da Química. Caso o mesmo aluno perguntasse qual seria o melhor desodorante para seu professor de Química; qual seria a resposta dele?

Para o professor de Química, certamente, um ponto de vista inicial neste cenário seria avaliar cada uma de suas porções e relacioná-las. Primeiramente, o que há na pele? O que a faz produzir o suor e o mau cheiro e para que precisamos usar o desodorante? Partindo deste ponto, o professor poderia começar a ponderar sobre os produtos: do que são feitos os desodorantes? São eles diferentes dos antitranspirantes?

Dentro deste escopo, pode-se explorar as suas diferentes matrizes de aplicação (creme, gel, aerossol, *roll-on*, etc.), para daí associá-las com as características da pele e chegar à uma resposta ou algo próximo de qual seria a

melhor forma de aplicação. Além disso, um professor de Química pode desenvolver a conversa para que se considerem outras características ligadas ao tema: quais foram os contextos históricos do desenvolvimento desses produtos de higiene? Quais são os impactos na saúde e ambientais que causam estes produtos?

Por fim, como funciona a química dos desodorantes e antitranspirantes?

2. À flor da pele

Para falar sobre a higiene das axilas, vamos começar explorando uma característica básica, que muitas vezes nos motiva a realizar algum ato de higiene: o mau cheiro. Esta peculiaridade rapidamente nos remete a uma região do nosso corpo que fica escondida debaixo de nossos braços, as axilas. Obviamente, o mau cheiro pode estar associado a qualquer lugar do corpo; por que, então, é bastante associado às axilas? Será simplesmente por ser um local mais fechado?

É importante observar que esse odor das axilas, contudo, não é comum durante toda a vida; começamos a perceber o seu desenvolvimento apenas na puberdade. Nesta fase, os jovens passam por diversas transformações corporais e, necessariamente, precisarão passar por mudanças em seus hábitos de higiene, de forma que acompanhem essas importantes transformações.

Um jovem passando por essa fase pode pensar em simplesmente adicionar um novo aroma ao seu corpo como o perfume que encontrou no guarda-roupa de seu pai; todavia, não tardará a perceber que aquilo não será suficiente para controlar o seu mau cheiro. Durante essa fase, os pais começam a comprar os “desodorantes” aos seus filhos, pois sabem que apenas uma colônia ou perfume não acabará com o odor exalado pelas axilas. O que o desodorante faz com a pele que o perfume não faça?

Aplicar um desodorante ou um perfume implica que ambos possuem composições químicas diferentes, pois a pele, local onde o produto é aplicado, continua com sua constituição inalterada. Nessa interação pele-produto, é essencial entender cada um desses sistemas para compreender como se dá a relação entre eles.

A pele é bastante estratificada e complexa, pois há uma diversidade de estruturas biológicas distintas que atendem às suas variadas funções como: proteção contra agentes químicos, físicos e biológicos; restrição e permeação de fluidos; e

transmissão de sentidos. Uma dessas funções está bastante ligada à higiene das axilas, que é a passagem de fluidos para o meio externo.

Esses fluidos aparecem quando fazemos algum esforço físico e o resultado é a produção de suor; com o tempo e a constância desses esforços, há o aparecimento dos maus odores pelo corpo especialmente nas axilas, regiões pubianas ou nos pés.

2.1. Suor

Teria, então, o suor um certo tipo de prazo de validade para que depois de um tempo adquirisse o tal cheiro ruim?

Provavelmente, você já viu alguém suando quando nervoso e isso ocorre porque, de fato, fatores emocionais podem desencadear a produção de suor. Quem faz o papel de mensageiro de estímulos para que o corpo comece a liberar o suor é o cérebro, tendo, portanto, a função de regular a temperatura corporal através da liberação de suor e do controle do fluxo sanguíneo (WILKE, MARTIN, *et al.*, 2007). O organismo procura se manter sob temperatura de 37,5°C, que é a ideal para continuidade de seu funcionamento (TOBIN, 2006). Contudo, as questões emocionais não são as únicas causadoras do suor. Fatores diferentes como as atividades físicas e alguns menos prováveis, como comer uma comida apimentada, também podem nos fazer suar (WILKE, MARTIN, *et al.*, 2007). Independentemente do motivo, sabemos que um líquido é liberado de nossas peles; por onde passa esse líquido?

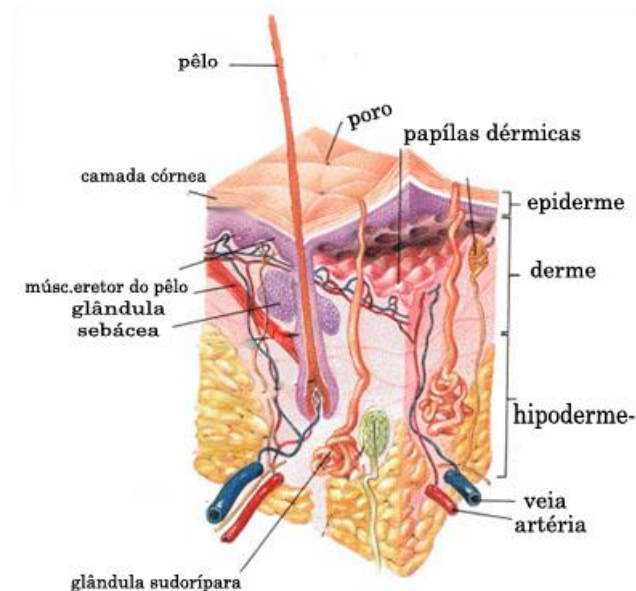
Para que a água seja liberada de dentro do corpo, é necessário que existam passagens que liguem o meio interno ao externo, para isso a pele contém adendos ou ductos chamados de glândulas. No caso do suor, essas glândulas são chamadas glândulas sudoríparas, pois são responsáveis por secretar o suor, existindo em três tipos: apócrinas, écrinas e apoécginas.

Glândulas apócrinas apenas existem em regiões que possuem pelos (como as regiões pubianas e as axilas) e são formadas após a puberdade; as glândulas écrinas se desenvolvem desde o nascimento e podem ser encontradas por todo o corpo, até mesmo nas regiões com pelos; e as glândulas apoécginas possuem características comuns à essas duas outras glândulas citadas.

Em suma, o corpo possui glândulas que liberam o suor em toda sua superfície, porém as mesmas podem ser diferentes entre si. Uma pergunta é bastante pertinente neste momento: se existem glândulas pelo corpo inteiro e todas liberam suor, por que

as regiões como as das axilas, as pubianas e a dos pés são as que mais tem mau cheiro em detrimento ao resto do corpo?

Figura 1 - Localização da glândula sudorípara na pele.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%A2ndula_sudor%C3%ADpara.

2.2. O mau cheiro é químico

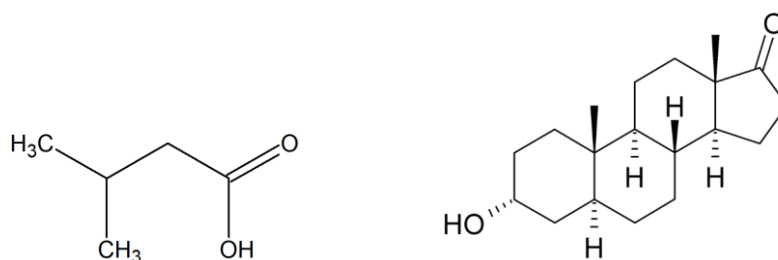
Na realidade, não é a região em si a causa do odor mais pungente do suor. A explicação para o mau cheiro está mais relacionada às composições químicas dessa secreção. O suor é um líquido que leva consigo uma gama de diferentes substâncias, cujas origens dependem do tipo da glândula pela qual estão sendo secretadas. Por exemplo, nas glândulas écrinas 99% da composição do suor é feita por água; o restante está dividido em íons (Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Cl^-) e outros compostos como aminoácidos, proteínas, ureia e bicarbonato. Já nas glândulas apócrinas, a secreção é composta por lipídios, esteroides e proteínas, formando um líquido de aspecto mais oleoso (WILKE, MARTIN, *et al.*, 2007).

A origem do mau cheiro é parecida com os processos de decomposição de alguma fruta ou alimento fora da geladeira. A temperatura ambiente faz com que as frutas amadureçam muito mais facilmente; além disso, é uma temperatura ideal para proliferação de micro-organismos como bactérias e fungos, os quais encontram nas frutas o ambiente perfeito para sua nutrição. Após um tempo, poderemos notar que o fruto se deteriora, liberando líquidos e criando um mau cheiro, tudo isso graças à

metabolização das substâncias presentes na fruta e criação de outras com odor pungente.

A mistura líquida oriunda das glândulas écrinas é basicamente uma mistura de água com alguns sais, e por se tratarem de compostos inorgânicos, bactérias que vivem na superfície de nossa pele não os metabolizam, pois não lhes servem como fonte de alimento. Por outro lado, alguns tipos de bactérias, como as do gênero *Corynebacterium*, encontradas em regiões como nossas axilas decompõem a matéria orgânica secretada pelas glândulas apócrinas, como lipídios e ácidos graxos, transformando-os em compostos orgânicos voláteis de menor cadeia, principalmente em ácidos carboxílicos de cadeia curta (C_2 à C_{11}) (JAMES, HYLIANDS e JOHNSTON, 2004). Exemplos de compostos produzidos são o ácido isovalérico e androsterona (figura 2), um metabólito do hormônio masculino testosterona, cujo odor é forte.

Figura 2 - Ácido isovalérico androsterona.



Fonte: Acervo próprio.

2.3. À procura de soluções para o mau cheiro

Já temos algumas informações sobre a constituição e estrutura da pele, do suor e como isto se relaciona com o mau cheiro; para eliminá-lo, o que é um dos principais objetivos das práticas de higiene, o que poderíamos fazer? A princípio poderíamos pensar em simplesmente mascarar o cheiro ruim com um outro cheiro mais agradável, como no caso do jovem que passa o perfume do pai. Contudo, vimos que o mau cheiro está relacionado com o metabolismo de substâncias do suor pelas bactérias, por isso ainda é necessário pensar melhor sobre as soluções.

Poderíamos, então, aplicar uma substância nas axilas que eliminasse as bactérias, de modo que as mesmas não conseguissem metabolizar as outras substâncias causadoras do mau cheiro. O que elimina micro-organismos? Pensar em

eliminar micro-organismos pode até ser uma tarefa simples, contamos no nosso dia a dia com uma variedade de produtos antibacterianos.

Desde a nossa infância, nossas mães eram preocupadas em livrar nossas mamadeiras de “germes”; para isso elas utilizam algo muito simples: água quente. Ao aquecer a água e aplicá-la em alguma superfície, estaríamos, assim, destruindo, pelo menos parcialmente, micro-organismos como bactérias devido à alta temperatura deste líquido. Na realidade, para se ter uma desinfecção efetiva, a água deveria atingir a temperatura mínima de 121°C. A água já não é mais líquida nesta temperatura, devido ao seu ponto de ebulição ser igual à 100°C à pressão ambiente. A água consegue atingir a temperatura de 121°C quando está sob pressão muito mais alta que a ambiente. Evidentemente, usar a água quente é uma opção inviável.

Agora que descartamos usar altas temperaturas para desinfetar a pele, podemos apelar ao poder das substâncias químicas. Um produto que está presente na maioria das residências é a água sanitária, que contém uma solução de hipoclorito de sódio. Poderíamos nos perguntar: seria possível utilizá-lo em nossa pele? Com certeza seria, apenas para eliminar os micro-organismos, pois, do ponto de vista estético e da saúde, seu uso não é recomendado. O hipoclorito tem potencial de desbotar as cores das roupas quando em contato, além de poder conferir um cheiro ruim à pele e causar irritações.

E por que, então, não utilizamos álcool? O álcool etílico é sempre aplicado para sanear ambientes ou até mesmo as mãos, através do uso do álcool em gel. Dentre essas alternativas citadas, a solução de etanol ou propanol (70 – 80%) poderia ser uma possibilidade mais prática (COLLINS, LYNE, *et al.*, 2004). Além de ter potencial para eliminar micro-organismos, não causa queimaduras (como água quente), não tem um cheiro pungente ou desbota as roupas (como o hipoclorito) e evapora rapidamente, dando uma sensação de frescor na pele.

É válido acrescentar que a mesma pode ressecar a pele e que, mesmo se extinguindo as bactérias da pele, o processo de transpiração não cessaria, podendo um indivíduo ainda “molhar” suas roupas por conta do suor excessivo.

Portanto, seria interessante também ter alguma outra substância que auxiliasse a amenizar o processo de transpiração. Aliar essas três características (fragrância, eliminação de bactérias e diminuição de transpiração) ou apenas algumas delas, é papel de produtos bem conhecidos no nosso cotidiano: desodorantes e antitranspirantes. Esses dois termos, apesar de serem comumente reduzidos à

apenas “desodorantes” designam produtos com funções bem distintas. O que há nos desodorantes e antitranspirantes que faz com que os mesmos realizem essas funções? Será que pode haver uma solução alcoólica em seus frascos?

3. *Desodorante ou antitranspirante?*

Todo o exposto sobre substâncias que auxiliam a eliminar as bactérias da superfície da pele está relacionado com o produto chamado desodorante; ele atua de maneira a eliminar as bactérias causadoras do mal cheiro e pode fornecer ainda uma fragrância agradável. O antitranspirante, como o próprio nome indica, é responsável por atuar na transpiração, ou seja, na liberação do suor nas axilas; o mesmo também pode ser conhecido como antiperspirante. A pergunta que fica é: como os antitranspirantes agem na transpiração?

Este produto age através dos seus componentes ativos, que realizam uma oclusão parcial das glândulas da axila, promovendo uma menor liberação de suor; pode ainda fornecer fragrâncias agradáveis através de algum componente de sua formulação. Atualmente, é comum existirem formulações de antitranspirantes contendo a substância antibactericida que os desodorantes possuem. A formulação desses dois tipos de produtos será discutida em um tópico adiante. Primeiramente, veremos como se deu a evolução dos desodorantes e antitranspirantes ao longo do tempo, desde sua possível origem até o que conhecemos até hoje.

3.1. *Um pouco de história*

A evolução da higiene pessoal acarretou o desenvolvimento de um mercado, no qual haviam trocas comerciais cada vez mais acentuadas de produtos de higiene, surgindo a cada época um determinado produto ou um formato diferente para o que já estava no mercado.

Ademais, tais trocas de mercadorias proporcionaram uma certa padronização de hábitos de higiene, pois, por mais que houvessem diferenças culturais entre as várias regiões do mundo, devido ao trânsito de pessoas e mercadorias, foi possível que se encontrassem, por exemplo, xampus, escovas de dentes, cremes dentais, etc. em praticamente qualquer lugar do mundo (SMITH, 2007).

A preocupação com os maus cheiros foi talvez um dos incentivos para todo este desenvolvimento na higiene que tivemos. À medida em que a nossa civilização foi evoluindo, as práticas de higiene e métodos para controlar o odor corpóreo também

foram. O advento da indústria francesa de perfumaria no século XVII é um dos marcos para essas práticas, pois a partir desse momento as pessoas poderiam adquirir um produto que mascararia o mal cheiro de seus corpos (SCHAMPER, 1993).

Como comentamos, apenas encobrir um cheiro com outro não resolve o mau cheiro, pois as bactérias ainda estariam presentes, metabolizando as substâncias presentes no suor. Em 1888 nos Estados Unidos, surgiu o primeiro produto destinado às axilas, o desodorante comercializado pela marca MUM; esta marca se encontra no mercado até os dias atuais (GIOVANNIELLO, 1992). Naquela época, o desodorante MUM era vendido na forma de um creme como mostra a figura 3 e seu componente ativo era o óxido de zinco, um composto com propriedades bactericidas.

Figura 3 - Desodorante MUM.



Fonte: MUM.

Já o primeiro antitranspirante se chamava *Everdry* e foi lançado em 1902 (SCHAMPER, 1993). Esse produto consistia em uma solução de cloreto de alumínio cuja aplicação não era nada prática, pois consistia em encharcar um algodão na solução e aplicar nas axilas. A secagem do produto era demorada e por isso o produto poderia escorrer pelo resto do corpo.

O cloreto de alumínio é um excelente agente antitranspirante, sendo sua eficácia comprovada em estudos datados de 1916. Por outro lado, seu uso causava irritação na pele e corroía as roupas das pessoas na região das axilas. Atualmente, ainda existem produtos à base de cloreto de alumínio (AlCl_3), como o *Perspirex*, porém seu uso não é mais tão comum quanto antigamente. Ao longo do tempo, a formulação dos antitranspirantes foi sendo revisada, de modo a não causar irritação e deterioração das roupas; a dispersão de cloreto de alumínio foi sendo substituída por outras substâncias com o mesmo potencial de bloquear as glândulas, porém com propriedades menos ácidas.

Compreender o aspecto químico desses componentes nos auxilia a entender também o porquê dos desodorantes e antitranspirantes atuarem da maneira que atuam. Portanto, o que está por trás do óxido de zinco e do cloreto de alumínio?

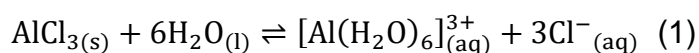
3.2. Cloreto de alumínio: o início

Falar sobre o cloreto de alumínio nos ajuda a também entender como funciona um antitranspirante, pois essa substância foi muito utilizada como o agente principal desses produtos, sendo responsável pela oclusão das glândulas. O restante dos componentes de um antitranspirante seriam apenas aditivos com funções secundárias, como abordaremos nos próximos tópicos.

Comentamos que o *Everdry* foi o primeiro produto a ser considerado um antitranspirante e seu componente principal era o cloreto de alumínio. Apesar de sua fórmula molecular ser AlCl_3 , o cloreto de alumínio é uma substância que no estado sólido tem um empacotamento octaédrico, com um átomo de alumínio no centro e 6 átomos de cloro no seu entorno.

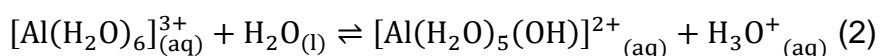
À princípio, essas informações não nos explicam nada à cerca da atuação deste agente nos antitranspirantes e como o mesmo poderia causar irritação na pele ou corroer as roupas dos consumidores deste produto. Vamos avaliar primeiro estas últimas características. O AlCl_3 é uma substância ácida e tal fato justifica parte de seu comportamento, contudo como o cloreto de alumínio pode ser ácido de Brønsted não possuindo H^+ para liberar?

Para responder à essa questão, é necessário lembrar que não tem sentido se falar em ácido se a substância não estiver em meio aquoso, portanto, para ter características ácidas, o AlCl_3 deve estar em contato com a água. Diferentemente de outros cloretos, como o cloreto de sódio e de magnésio, o cloreto de alumínio tem caráter menos iônico em suas ligações e sua estrutura pode variar de acordo com a temperatura do meio (pode possuir empacotamento tetraédrico em temperaturas altas). Além disso, o NaCl e o MgCl_2 não acidificam o meio, quando estão em meio aquoso como faz o AlCl_3 ; a reação desta substância com a água modifica o pH do meio para em torno de 2 a 3.



Como mostra a equação química 1, o alumínio do AlCl_3 se coordena às moléculas de água. O complexo de alumínio formado sofre então hidrólise com a própria água, pois os átomos de alumínio atraem mais a densidade eletrônica das moléculas de água, deixando os hidrogênios das mesmas mais susceptíveis a serem atacados por outras moléculas de água (equação 2).

Em suma, as moléculas de água que não estão complexadas aos alumínio conseguem capturar os prótons das moléculas de água do complexo, acidificando o meio devido à formação de íons hidrônios.

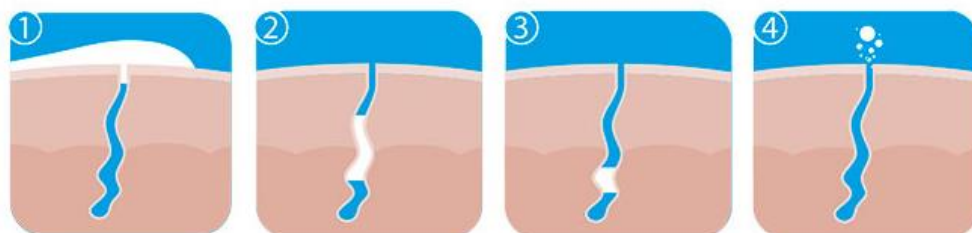


Explicamos aqui o porquê de o cloreto de alumínio ser uma substância ácida, porém seria esse o motivo pelo qual esta substância é usada como agente ativo nos antitranspirantes antigos? Pensando que o suor é liberado através das glândulas, talvez seria muito mais complicado mexer com o organismo de uma pessoa para que suasse menos, por isso uma solução seria literalmente “tapar os buracos” por onde sai o suor, em outras palavras, bloquear a passagem do suor. Para tal, o cloreto de alumínio dos antitranspirantes antigos, além da acidez acentuada, que afetava a proliferação de bactérias na pele, formava uma espécie de gel que penetra nas glândulas sudoríparas e impedia a passagem do suor.

A figura 4 esquematiza este mecanismo, no qual primeiramente o antitranspirante é aplicado à superfície da pele (1); em seguida, a alíquota de antitranspirante é carregada pela glândula sudorípara, formando o gel que bloqueia parcialmente a passagem do suor (2 e 3); e por fim, há a eliminação do produto aplicado pela glândula após alguns dias (4). Tanto o excesso de antitranspirante, aplicado inicialmente, quanto a excreção do material oriundo das glândulas sudoríparas é, finalmente, eliminado da superfície da pele durante a lavagem das axilas.

Neste contexto, podem ainda surgir algumas perguntas sobre os antitranspirantes. O modo de atuação desses produtos parece ser simples, apenas bloquear as glândulas sudoríparas das axilas, por que, então, usar uma substância com alumínio?

Figura 4 - Processo de atuação de um antitranspirante.



Fonte: www.perspirex.com.br/cloreto-de-aluminio/.

3.3. Óxido de zinco, um velho conhecido

Antigamente, era comum que se usasse Minâncora como desodorante; o creme levemente rosado e com odor de cânfora. O Leite de Rosas também era muito usada para este fim (figura 5), pois juntamente com a Minâncora, esse produto começou a ser comercializado no início do século XX. Ambos possuem o óxido de zinco (ZnO) em comum, um sólido branco, insolúvel em água e que está presente em muitos produtos de aplicação tópica.

O *MUM* de 1888, o primeiro desodorante comercializado no EUA, continha em sua fórmula o óxido de zinco. Pode-se considerar este produto como desodorante, pois seu componente principal, o óxido de zinco, possui uma grande atividade antibacteriana, ou seja, de eliminar micro-organismos como bactérias.

Tanto o óxido de zinco como o cloreto de alumínio não são mais encontrados em formulações de desodorantes e antitranspirantes como eram antigamente. Atualmente, são encontrados em outros produtos ou algum tipo especial desses produtos como o Perspirex, um antitranspirante que utiliza o cloreto de alumínio, mas é indicado para casos graves de sudorese. Será que os antitranspirantes e desodorantes atualmente mudaram muito?

Figura 5 - Minâncora e Leite de Rosas.



4. O que há nos desodorantes e antitranspirantes?

No rótulo de cada antitranspirante há instruções de uso deste produto. Geralmente, a sugestão é aplicar uma fina camada do produto, esperar secar para em seguida se vestir. Dependendo do tipo de antitranspirante e da época do ano, pode ser que esta não seja uma tarefa muito agradável. Por exemplo, os aerossóis possuem a vantagem de não encostar diretamente na pele sendo, portanto, mais higiênicos, e ainda podem ser compartilhados com mais de uma pessoa; contudo, aplicar um antitranspirante aerossol no inverno pode gerar um certo desconforto, pois a mistura gasosa que toca na pele é bastante gelada.

O antitranspirante roll-on também pode não ser tão confortável de se usar nessa estação do ano. Seu formato de aplicação faz com que o indivíduo não tenha contato nenhum com o conteúdo do produto dentro do recipiente, a não ser na região da axila e ainda garante um bom espalhamento. Por outro lado, o tempo de secagem do produto pode ser um pouco demorado e ter um toque gelado no inverno.

Será que haveria alguma alternativa para ser usada no inverno além desses dois conhecidos? E por que não se fala em desodorante aerossol ou roll-on?

Hoje em dia, os desodorantes já estão em desuso ou, simplesmente, foram incorporadas às formulações dos próprios antitranspirantes. Este fato é constatado com uma breve visita aos mercados, onde encontraríamos majoritariamente antitranspirantes nas prateleiras.

Ao visitar as alas destinadas aos produtos de higiene em mercados ou farmácias, também poderemos concluir outro fato: existe uma certa diversidade de antitranspirantes, isto é, diferentes matrizes de aplicação para o mesmo produto. Por que existe essa variedade? Em se tratando de produtos de higiene, os antitranspirantes são talvez os que mais possuem matrizes de aplicações diferentes; um antitranspirante pode existir, como mostra a figura 6, em pelo menos cinco formatos de aplicação diferentes.

Gel, bastão, semi-sólido (creme), roll-on e aerossol são os tipos de antitranspirantes que podemos encontrar atualmente. Há três fatos que motivaram a existência desses diferentes tipos de antitranspirantes: os avanços tecnológicos, a regulamentação em cima desses produtos e seu marketing (ABRUTYN, 2013).

Figura 6 - Diferentes matrizes de aplicação para antitranspirantes.



Fonte: adaptado de (ABRUTYN, 2010).

Como citado anteriormente, os antitranspirantes no início do século XX eram comercializados na forma de uma “solução” de cloreto de alumínio. Somente a partir de 1930, surgiram antitranspirantes na forma de cremes e suas vendas tiveram um grande crescimento ao longo dos anos, chegando a dominar 88% do mercado de antitranspirantes vendidos no ano de 1945. Em 1950, ocorreu mais uma mudança com a introdução dos tipos aerossol e roll-on no mercado.

O sistema de liberação do tipo aerossol prosperou até 1970, década marcada por uma grande preocupação ambiental e, apesar da sua praticidade, os aerossóis utilizavam em suas composições gases propelentes CFC (clorofluorcarbono), que comprovadamente eram responsáveis por prejudicar a camada de ozônio (GIOVANNIELLO, 1992); também possuíam sais complexos de alumínio e zircônio, cujas altas toxicidades fizeram com que as vendas desse tipo de antitranspirante decaíssem bastante.

O apelo por uma nova matriz de aplicação que não fosse prejudicial à saúde e ao meio ambiente foi um clamor de uma sociedade mais consciente e que o mercado prontamente procurou atender, fazendo com que os antitranspirantes do tipo roll-on entrassem em cena e comesçassem a dominar as prateleiras (GIOVANNIELLO, 1992).

Entendemos até aqui um pouco do contexto histórico das diversas configurações assumidas pelos antitranspirantes. Será que dentre eles há um formato de antitranspirante mais efetivo que outro? Este tipo de pergunta vai de encontro com o estudo da interação do produto com a pele, em outras palavras, começamos a nos preocupar como a Química dos antitranspirantes. O que será que muda para antitranspirantes e desodorantes irem de um formato a outro? Isto afeta a interação do produto com a pele?

4.1. O interior do frasco de um antitranspirante

Falamos que para um tipo de formulação de antitranspirante ser considerada melhor que outra depende do que seus usuários valorizam mais. A visão e preferência dos consumidores influencia muito na elaboração dos produtos, como é o caso do antitranspirante. Quando um antitranspirante é produzido, pelo menos quatro tópicos são considerados durante o processo de produção, pois são primordiais para que o produto tenha alta performance e ainda uma boa aceitação de seus consumidores (ABRUTYN, 2013); são elas:

- O tipo de agente ativo do antitranspirante;
- O sistema de carregamento do agente ativo;
- O sistema de solidificação (para alguns tipos de antitranspirantes);
- Aditivos.

Para começarmos a explorar os diversos tipos de antitranspirantes, é necessário entendermos como funcionam seus sistemas de carregamento, ou seja, o que está por trás de cada matriz de aplicação (roll-on, aerossol, creme, etc.).

Na sessão 3.1, falamos sobre os primeiros produtos considerados como desodorante e antitranspirante, respectivamente. O MUM, primeiro desodorante, era comercializado na forma de um creme, já o Everdry, primeiro antitranspirante, na forma de uma solução. Ocorre que conhecendo a solubilidade dos agentes ativos dos antitranspirantes, sabe-se que seria impossível haver uma solução dos mesmos. Para uma solução, utilizaríamos a água como solvente, porém os agentes ativos, principalmente o cloreto de alumínio usado na época, são substâncias insolúveis água. O que era, então, a classificação dessas misturas para produzir os antitranspirantes?

Para falar sobre essas diferentes matrizes, ou seja, os diferentes formatos de aplicação dos antitranspirantes, vamos levar em consideração a presença ou não da água, com exceção dos aerossóis, que não possuem essa substância em sua composição.

4.2. O roll-on



O *roll-on* é uma forma de aplicação que permite o extravasamento do conteúdo de um recipiente, com uma aplicação controlada por uma esfera. Parece até que estamos falando de uma caneta esferográfica, contudo, estamos falando do antitranspirante roll-on, inclusive sua inspiração foi a forma de aplicação das canetas esferográficas. Com certeza, o inventor deste formato de antitranspirante, observando a não praticidade que os antitranspirantes da época tinham, imaginou um artifício pelo qual as pessoas não precisassem tocar diretamente no líquido do antitranspirante.

O antitranspirante do tipo roll-on recebeu esta denominação devido ao seu formato particular que possui uma esfera no topo do frasco e que se movimenta, espalhando assim o conteúdo do produto. A própria palavra “roll” em inglês significa rolar ou um movimento de algo que gira em torno de si, justamente por isso este tipo de antitranspirante recebeu tal nome.

A tabela 1 apresenta um exemplo de formulação de um antitranspirante roll-on cuja composição possui água. Como se pode perceber, há uma gama de substâncias químicas diferentes num frasco de antitranspirante roll-on; mas como será que isso tudo é misturado de forma que toda aplicação seja igual? Claramente, haveriam alguns problemas de estabilidade do produto se o óleo mineral (*mineral oil*), não estivesse bem disperso na água, que ocupa quase a metade da composição total. O que faz com que esses dois componentes estejam numa mesma matriz?

Tabela 1 - Um exemplo de formulação para um antitranspirante roll-on está abaixo retirado de Giovanniello (1992).

Ingrediente	Wt%
Water	48
Magnesium aluminum silicate	1,5
Lanolin alcohol	0,5
PEG 40 stearate	2,0

Cetyl alcohol	1,5
Lanolin	2,0
Glycerin	2,0
Mineral oil	3,0
Phenyl trimethicone	3,0
Fragrance	q.s.
Aluminum chlorohydrate	36,5

4.3. A solução é a dispersão

Misturas entre diversos componentes são muito comuns em nosso cotidiano e, em especial, destacam-se os coloides. Alguns exemplos de coloides encontrados no nosso dia a dia são: leite, manteiga, tintas, fumaças de indústrias, spray de cabelo, entre outros. Podemos perceber que todos esses exemplos citados são homogêneos e são de diferentes estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) misturados para se formar um sistema coloidal. Alguns tipos de sistemas coloidais são exemplificados abaixo:

- **Sol e Gel:** suspensão de partículas sólidas em um líquido; exemplo: gelatina.
- **Espuma:** suspensão de um gás em um líquido ou em um sólido. Exemplos: refrigerantes e chantilly.
- **Emulsão:** suspensão de um líquido em outro líquido; exemplos: leite, sangue e maionese.
- **Aerossol:** mistura de um líquido em uma matriz gasosa; exemplos: neblina e spray de cabelo.

Como o próprio agente ativo não é solúvel em água, não existiriam soluções. No caso dos desodorantes e antitranspirantes, principalmente desses últimos, o que pode haver são apenas diferentes tipos de dispersões. Para classificar uma mistura como solução é necessário que o tamanho das partículas (soluto) dispostas em outra matriz (solvente) possuam tamanho menor que 1 nm ($1 \times 10^{-9}m$). Por outro lado, quando as partículas da mistura se encontram entre 1 nm e 1 μm ($1 \times 10^{-6}m$), esse sistema é chamado de dispersão coloidal (MORRISON e ROSS, 2002).

No caso dos desodorantes, antitranspirantes e muitos outros produtos de higiene, por conterem substâncias cujas moléculas ou estruturas são relativamente

grandes, não miscíveis e dispostas em matrizes no estado líquido como a água, os sistemas são chamados de emulsões.

Para começarmos a entender como funcionam as emulsões, vamos entender seus princípios básicos. Existem dois tipos de emulsões: (1) aquelas em que gotas do líquido hidrofóbico estão dispostas em matriz aquosa (O/A) ou (2) quando porções de água estão dispostas em uma matriz hidrofóbica (A/O). Ao observarmos a composição do antitranspirante roll-on, nota-se que a água é o componente em maior quantidade e os componentes hidrofóbicos estão em menor quantidade, essa mistura é, portanto, uma emulsão do tipo O/A (MORRISON e ROSS, 2002).

Ao passarmos esse conhecimento para a prática podemos comparar com a mistura de óleo de cozinha e água, por exemplo. Neste caso, perceberemos que à medida que mexemos esse sistema de duas fases, pequenas porções de um líquido vão adentrando a fase do outro, mas após algum tempo, sempre voltam para suas fases correspondentes. A emulsão, então, se encontra instável, pois seus componentes permanecem se separando em fases distintas. Como abordado anteriormente, para se ter um produto cuja primeira aplicação seja igual à última, é necessário que a emulsão não se divida em duas fases; e para evitar que este processo ocorra são adicionadas algumas substâncias denominadas agentes emulsificantes, ou seja, substâncias que têm a capacidade de interagir com ambas as fases, aquosa e oleosa, deixando a emulsão mais uniforme (MORRISON e ROSS, 2002).

Quando duas substâncias insolúveis uma na outra são colocadas juntas, nota-se a formação de duas fases; a delimitação dessas fases é o local onde os agentes emulsificantes se encontram e, aparentemente, isto em nada influencia no processo de mistura. Contudo, essas superfícies formadas dependem da força com que as moléculas dessas substâncias interagem entre si, ou seja, depende das interações intermoleculares.

A força que seria necessária para romper esse limite, ou superfície que separa as duas substâncias, é chamada de energia superficial, para sólidos e para líquidos e, especificamente, tensão superficial, para líquidos. O agente emulsificante, portanto, atua como uma ponte nesses casos, pois faz com que as substâncias com tensões superficiais diferentes se misturem, ao conseguir romper a tensão superficial dessas substâncias, ou seja, a barreira que não permite a mistura dos dois.

Outra denominação para o agente emulsificante é surfactante, que possui uma porção de sua molécula polar e uma longa cadeia carbônica que representa a porção apolar.

4.4. Aditivos

Ao se observar a formulação de antitranspirante roll-on mostrada na tabela 1, nota-se que os ingredientes em maior quantidade são a água e o *aluminum chlorohydrate* (ACH), sendo este o agente ativo do antitranspirante. Se a água e o ACH são suficientes para se obter um antitranspirante que cumpra sua função, por que há outros componentes na sua formulação?

Pela história dos antitranspirantes contada, é possível notar que antigamente a formulação destes produtos era mais simples, como as soluções de cloreto de alumínio. Contudo, estas formulações não eram agradáveis, sendo necessário a incrementação de outros componentes de modo a modificá-la.

O roll-on surgiu com um grande apelo ambiental ao seu favor: sua formulação não conta com a presença de gases propelentes de CFC, ao contrário dos aerossóis. Como, então, os roll-ons funcionam de modo a entregar o agente ativo até os poros da axila?

Vamos pensar, inicialmente, na aplicação do antitranspirante: primeiramente, abrimos o frasco do roll-on, depois encostamos em nossas axilas e começamos a movimentá-lo para que a esfera do mesmo comece a aplicar a emulsão na superfície da pele. De início, pode-se ter uma sensação de algo molhado, mas que rapidamente seca sem deixar vestígios aparentes. Este fato demonstra que não se trata apenas da eficácia do produto, mas de toda a experiência que é sua aplicação para o consumidor. Um antitranspirante pode ser muito malvisto pelo mercado quando algo incomoda o consumidor, por exemplo, não possuir bom espalhamento pela superfície da axila, pela demora da secagem ou deixar resíduos.

Em se tratando de bom espalhamento e secagem imediata, os compostos de silício possuem excelente atuação com respeito ao carregamento dos agentes ativos do antitranspirante; no caso da formulação de antitranspirante roll-on, o *phenyl trimethicone* é a substância responsável por proporcionar essas características. Esses compostos não são considerados COVs ou compostos orgânicos voláteis pela legislação dos Estados Unidos, apesar de suas propriedades. Pela legislação brasileira, são COVs todos aqueles compostos orgânicos que possuem ponto de

ebulição até 130°C na pressão atmosférica e que possam contribuir para produção substâncias oxidantes (BRASIL, 2006)

Os compostos mais hidrofóbicos nesta formulação são o *mineral oil*, *lanolin* e *cetyl alcohol*. O primeiro trata-se de um óleo derivado de petróleo, porém purificado e refinado assim como a parafina líquida. Já a lanolina (*lanolin*) é uma cera derivada de lã de ovelhas composta por substâncias também altamente hidrofóbicas como colesterolis e ácidos graxos, possuindo apenas algumas regiões polares em suas moléculas. Através da reação de saponificação utilizando esta cera pode-se extrair um derivado, o álcool de lanolina (*lanolin alcohol*), que possui uma quantidade maior de colesterolis em sua composição e não causa reações alérgicas na pele como a lanolina pura.

O álcool cetílico (*cetyl alcohol*) também é um álcool com um grande caráter hidrofóbico devido à sua enorme cadeia carbônica. Este álcool tem como função ser co-emulsificante, pois auxilia a lanolina, o álcool de lanolina e o *PEG 40 stearate* em suas funções de agentes emulsificantes.

O polietilenoglicol 40 ou PEG 40 é um polímero solúvel em água, porém neste caso ele está ligado junto a um éster derivado de um ácido graxo (ácido esteárico), o estearato. Como descrito, a maior parcela deste antitranspirante é composta por água, mas possui inúmeros compostos hidrofóbicos em sua matriz, caracterizando assim uma emulsão do tipo O/A. Para que estes compostos hidrofóbicos estejam dispersos em meio aquoso é necessária a intervenção do agente emulsificante, o qual precisa interagir com ambas partes hidrofílicas e hidrofóbicas. Nesta formulação de roll-on, os agentes emulsificantes serão o PEG40 e o *lanolin alcohol*.

4.5. Aerossol



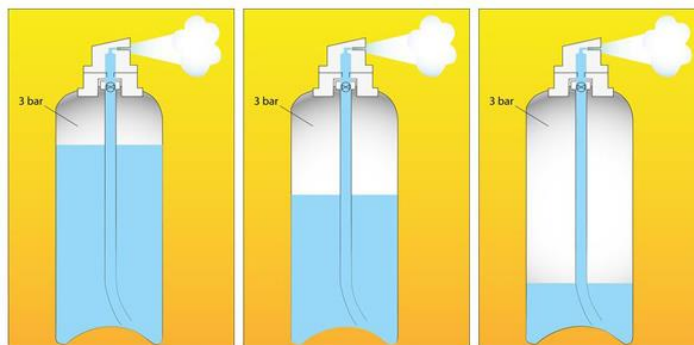
Created by Antoine VEIT
from Noun Project

Os aerossóis são outro tipo de matriz de aplicação de um desodorante ou, mais comumente, de um antitranspirante. Ao contrário do roll-on, esse tipo de aplicação não requer contato direto com a pele, o que permite o uso de mais de um usuário para o mesmo frasco. Além disso, possui outros tipos de benefícios como estabilidade química de seus componentes, praticidade e melhor controle na aplicação.

4.6. Como funciona o um spray de aerossol?

A figura 7 mostra um esquema do funcionamento de um spray aerossol. Nas latas de aerossóis encontramos uma mistura de propelentes, solventes e os ingredientes ativos do produto. Os gases propelentes são substâncias responsáveis por criar uma grande pressão dentro da lata, provocando assim a saída do conteúdo mais facilmente do recipiente. Esses propelentes não estão somente na forma gasosa dentro da lata, mas também na forma liquefeita, pois se trata de uma substância com ponto de ebulição baixíssimo e, devido à alta pressão, esta porção líquida do propelente é impedida de retornar ao estado de gás. À medida que o produto é usado, o propelente na fase líquida rapidamente passa para a fase gasosa, fazendo com que a pressão da lata permaneça igual.

Figura 7 - Funcionamento de um spray aerossol.



Fonte: www.schoolscience.co.uk/aerosolspage2.

Se metade da lata é gasosa e outra parte é líquida, como se encontram os outros ingredientes do antitranspirante nesse tipo de matriz de aplicação?

Além do propelente em estado líquido, há também os solventes, ou as substâncias que vão garantir que os outros ingredientes, inclusive o propelente, estejam os mais suspensos possíveis na formulação, pois um dos grandes desafios para os produtores desse tipo de matriz é a uniformidade da liberação do conteúdo de dentro da lata.

Na tabela 2, pode-se observar um exemplo de formulação de um aerossol e correlacionar cada componente com suas funções.

Tabela 2 - Um exemplo de formulação para um antitranspirante aerossol (GIOVANNIELLO, 1992).

<i>Ingredientes</i>	Porcentagem (%)
<i>Aluminum chloride powder</i>	11
<i>PPG 3 myristyl ether</i>	2
<i>Isopropyl myristate</i>	11
<i>Alcohol SDA40</i>	0,8
<i>Organofunctional clay</i>	0,8
<i>Isobutane/ propane</i>	74,4
<i>Fragrance</i>	q.s.

Nesta formulação, o isobutano e o propano (*isobutane* e *propane*) são os gases propelentes responsáveis pela liberação do agente ativo do antitranspirante. Cada um possui ponto de ebulição de cerca de -11 e -42°C e pode-se notar que estão em maior quantidade na formulação. Essas duas substâncias são hidrocarbonetos puros e, conseqüentemente, são bastante hidrofóbicos. Este fato influencia a solubilização dos componentes da mistura no frasco, tendo em vista que estão em maior quantidade, podendo criar fases diferentes, caso os outros componentes não sejam solúveis.

O agente ativo *aluminum chloride* não é solúvel em meio hidrofóbico. Ou seja, o principal componente não é solúvel na maior parte da composição e, para mudar esta situação, outros componentes são adicionados como o *alcohol SDA40*. Este composto é uma mistura de etanol e álcool terc-butilico e, além de seu uso como solvente do agente ativo, é utilizado para fornecer uma refrescância na pele durante a aplicação do produto.

Outro componente que auxilia o agente ativo estar em suspensão na mistura é o *isopropyl myristate*, um éster de cadeia longa que, juntamente com o *PPG 3 myristyl ether* (polipropilenoglicol 3 miristil éter), é usado com a função de emoliente, ou seja, de proporcionar à pele uma menor perda de água evitando que fique seca. Por último, o ingrediente *organofunctional clay*, apesar de estar em baixa quantidade, é utilizado como um agente espessante da formulação.

Todas as latas de antitranspirante aerossóis mostram em suas embalagens a mensagem “agite antes de usar” ou frases similares. É mesmo importante agitar a latinha de antitranspirante? A resposta é sim. Apesar de toda a tecnologia empregada

para que as aplicações dos aerossóis ocorra de maneira uniforme, utilizá-lo sem agitar pode fazer com que o consumidor se livre mais do propelente do que do agente ativo ou o inverso, pois o frasco antes de ser usado pode ter ficado parado por um tempo e alguns de seus ingredientes podem ter se depositado ao fundo.

4.7. Formulações sólidas



Existe antitranspirante sólido? Pode não parecer comum, porém há, sim, antitranspirantes sólidos. Os antitranspirantes em bastão são outro tipo de matriz de aplicação que conheceremos neste texto.

Esteticamente, esses tipos de antitranspirantes são vantajosos, pois sua secagem é rápida e não deixam uma sensação estranha debaixo dos braços; além disso, se fôssemos retomar a pergunta sobre qual antitranspirante usar no inverno, este formato poderia ser o ideal, pois não necessita secagem e nem gera um desconforto quanto à sua temperatura ao tocar a pele.

Para se ter o bastão, é necessária uma mistura proporcionalmente maior de componentes hidrofóbicos. Assim como nos antitranspirantes roll-on, é comum nos bastões o sistema de carregamento do agente ativo ser à base de compostos de silício, visto que estes possuem a propriedade de secagem rápida, a qual agrada os consumidores. Por outro lado, se não houvessem compostos com um peso hidrofóbico maior em sua composição, o bastão poderia facilmente derreter ao ser armazenado, ou seja, não possuir uma estabilidade que garanta a integridade do produto.

Por isso, existem componentes que são adicionados para solidificarem esse tipo de matriz e geralmente são ceras, álcoois de longas cadeias, polímeros, entre outros componentes. Vejamos então um exemplo de formulação de um antitranspirante em bastão na tabela 3.

Nota-se que nesta formulação o componente em maior quantidade é *decamethylpentosiloxane*, um composto volátil de silício, que é a base para a formulação deste bastão. Em seguida, como abordado, o álcool de cadeia longa, um

óleo e um polímero (*stearyl alcohol*, *hydrogenated castor oil* e *PPG14 butyl ether*) são utilizados como sistemas de solidificação desse produto, garantindo a estabilidade física necessária. Por último, além do agente ativo (*aluminum zirconium*), há o *talc*, que nada mais é do que talco, um mineral à base de magnésio e silício, utilizado para aumentar a viscosidade do produto.

Tabela 3 - Exemplo de formulação de um antitranspirante em bastão retirado de Giovanniello (1992).

Ingredientes	Porcentagem (%)
Decamethylpentasiloxane	50
Stearyl alcohol	13,5
Hydrogenated castor oil	3,5
PPG14 butyl ether	3,5
Aluminum zirconium	24
Talc	5,5
Fragrance	q.s.

4.8. Agentes Ativos dos Antitranspirantes

Nesses três exemplos de formulações apresentados, pode-se notar que os agentes ativos também são diferentes: *aluminum chlorohydrate*, *aluminum chloride* e *aluminum zirconium*. Esses são os ativos indicados para os sistemas de aplicação apresentados? Não necessariamente.

Relembrando, o primeiro antitranspirante (*Everdry*) consistia em uma solução de cloreto de alumínio e que, apesar de bastante efetiva para bloquear a transpiração, poderia causar bastante irritação e até corroer a roupa. Com certeza, o fabricante desse produto percebeu que a formulação precisava ser melhorada. Em outras palavras, era necessário aliar a eficácia do produto e a garantia da saúde do usuário do mesmo.

Na tabela 4, encontram-se exemplos de sais de alumínio que são usados como agentes ativos nos antitranspirantes e que surgiram como alternativas para substituição do cloreto de alumínio nesses produtos. Apesar de ser o mais comum, o cloridróxido de alumínio (*aluminum chlorohydrate*) é o menos eficaz entre os três. Algo interessante a se ressaltar é o fato de este sal ser o menos ácido entre os três; já o dicloridróxido, o mais ácido, é também o mais eficaz e o sesquicloridróxido tem acidez intermediária entre os dois. Não se conhece ao certo o mecanismo de atuação dos agentes ativos dentro dos poros das axilas, porém a acidez do agente ativo pode ser um dos fatores que colaboram para tal.

Esses três sais de alumínio são liberados pela ANVISA em até 25% da composição total do conteúdo do antitranspirante; já o cloreto de alumínio, em até 15%.

Além desses sais, na década de 1950 começaram a surgir outros derivados de alumínio com o mesmo objetivo de ser agente ativo para antitranspirantes. Estes sais incorporaram o elemento zircônio em sua constituição, o qual propicia um aumento da acidez destes e na efetividade desses produtos. Por outro lado, a toxicidade também aumentou e por isso há a regulamentação da quantidade destes sais nas formulações dos antitranspirantes.

Tabela 4 - Sais de alumínio utilizados nos antitranspirantes retirado de Schamper (1993).

Sal	Proporção Al/Cl	Fórmula
Cloridróxido de alumínio	2,1-1,9 para 1	$\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$
Sesquicloridróxido de alumínio	1,9 - 1,25 para 1	$\text{Al}_2(\text{OH})_{4,5}\text{Cl}_{1,5}$
Dicloridróxido de alumínio	1,25 - 0,9 para 1	$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$

5.2. Considerações sobre o texto da higiene das axilas

Segundo os PCN+ (2002), deve-se no início dos estudos da Química, apresentar “fatos concretos, observáveis e mensuráveis acerca das transformações químicas, considerando que sua visão do mundo físico é preponderantemente macroscópica”; sendo importante trabalhar com exemplos reais e comuns aos estudantes. Além disso, nestes parâmetros valoriza-se a diversificação de recursos didáticos, sugerindo o uso de outros recursos para complementar a atuação do docente na disciplina.

Considerando tais fatores, a proposta de utilizar a higiene no Ensino de Química pode ser aplicada nos anos iniciais do Ensino Médio, principalmente, o recurso da higiene das axilas, o qual não exige tantos conhecimentos técnicos dos alunos, à princípio. Por outro lado, pode ser uma ferramenta importante no sentido da formação científica, pois é um tema que explora suficientemente o contexto histórico da higiene e dos produtos desodorante e antritranspirante, mostrando que o desenvolvimento científico não está desvinculado do contexto social e histórico.

Portando, à princípio, visávamos na parte 1 propor uma conversa inicial sobre a higiene e o que se entende sobre este conceito, sem adentrar em nenhuma especificidade química. Além disso, preocupamos-nos em colocar as possíveis definições de higiene sob a perspectiva de outras áreas além da química, pois como

citado anteriormente, a temática da higiene pode ser entendida e estudada por diferentes visões, como a biológica, histórica, antropológica, entre outras.

Para não abordarmos os aspectos químicos dos desodorantes e antitranspirantes logo no início e, dessa forma, deixar o texto carregado, desenvolvemos uma discussão específica acerca da higiene das axilas, introduzindo questões que os próprios professores poderiam utilizar em uma aula e direcionar a mesma para a higiene das axilas. Esta seção resumiu a linha de raciocínio que foi utilizada para a elaboração do texto.

Na parte 2, compreendemos que seria necessário entender o funcionamento e as características da pele, discutindo a fisiologia das glândulas produtoras de suor e dispondo algum contato com a biologia, favorecendo a interdisciplinaridade das aulas, para justificar o uso desses produtos.

Novamente, fazendo um elo com conceitos biológicos, abordamos como o mau cheiro é produzido (através da degradação de substâncias que se são excretadas pelo suor). Diante desse exposto, em forma de questionamentos, dispomos o mau cheiro como um problema a ser solucionado; propomos três maneiras de eliminar o mau odor: (1) mascarar o mau odor com uma fragrância mais agradável; (2) aplicar um produto que eliminasse as bactérias de modo que não continuassem degradando a matéria orgânica secretada pelas glândulas da pele; ou (3) um produto que impedisse ou reduzisse a transpiração, impedindo o suor de chegar à superfície da pele.

Com esses tópicos explorados, concluímos a seção explicando que aliar fragrância, eliminar bactérias e controlar a transpiração são aspectos intimamente relacionados com os produtos desodorante e antitranspirante. Até então, esses dois produtos não tinham sido diferenciados um do outro, sendo tal fato proposital para que, no início da seção 3, fizéssemos essa diferenciação, explicando as diferenças baseadas nas suas funções. Desodorantes ou antitranspirantes? Este questionamento pode ser interessante para aguçar a curiosidade e uma atitude investigadora em estudantes, pois é muito comum haver confusão com os nomes dos produtos, mesmo possuindo funções bastante distintas.

Dando maior enfoque à temática, destacamos o contexto histórico dos desodorantes e antitranspirantes, falando sobre os primeiros produtos comercializados, o MUM e o Everdry. Além disso, outro foco deste tópico era mostrar quais eram os agentes ativos destes produtos na época, com o intuito de construir uma base de comparação entre os ativos usados nos diferentes contextos históricos.

Para ser considerado um agente de um antitranspirante, uma substância precisa ocluir parcialmente as glândulas responsáveis pelo suor e, para isso, a substância precisa adentrá-la ou se acumular mais na superfície, o que depende da dimensão do composto. O cloreto de alumínio é um excelente ponto de partida para iniciar a discussão de como funcionam os agentes ativos dos antitranspirantes, pois este sal é excelente na oclusão das glândulas e, conseqüentemente, diminuir a transpiração. Por outro lado, sua matriz de aplicação era uma solução na qual se embebia um algodão para aplicar na axila, o que não era funcionalmente conveniente, pois a secagem demorava e, enquanto isso, o produto poderia escorrer para o resto do corpo. Além disso, a acidez desse antitranspirante provocava corrosão das roupas.

Isto era claramente um problema que a indústria enfrentava: como aliar a eficácia do produto com uma matriz de aplicação mais esteticamente agradável? Com toda certeza, o conhecimento em Química auxiliou a reversão desse processo, permitindo a variedade de produtos que temos hoje. Feita, então, essa discussão pôde-se começar a explorar a formulação dos antitranspirantes na última parte do texto sobre higiene das axilas.

Por ser o produto que mais é encontrado nas prateleiras em detrimento ao desodorante, o antitranspirante ganha um enfoque principal nesta seção em que se aborda as formulações. Apesar da grande variedade, resolvemos explorar os aspectos químicos de três matrizes de aplicação dos antitranspirantes: o roll-on, o aerossol e bastão (formulação sólida).

Buscávamos, além da formulação do antitranspirante roll-on em si, mostrar que a maior parte da composição era feita por água e o agente ativo (*aluminum chlorohydrate*). O restante dos componentes, em sua maioria são bastante hidrofóbicos, como, então, estariam dispostos nessa matriz aquosa? Sempre ressaltando que a formação de fases diferentes não é interessante para um produto, pois a primeira aplicação teria de ser igual à última. A partir disso, pudemos explorar o conceito de emulsões.

O segundo tipo de antitranspirante detalhado foi o aerossol. O contexto histórico deste produto dá abertura para se trabalhar com questões de poluição ambiental na sala de aula, pois o seu funcionamento se dá pela presença de gases propelentes que, antigamente, eram à base de gases clorofluorcarbonos (CFCs). A venda deste produto começou a decair na década de 1970 nos EUA, devido a uma maior conscientização ambiental por parte da sociedade. Contrariamente e não

desconectado deste fato, as vendas dos antitranspirantes roll-on aumentaram bastante (GIOVANNIELLO, 1992).

Por último, trabalhamos com as fórmulas sólidas, em especial, com o antitranspirante em bastão. Diferentemente do roll-on, que possui uma grande quantidade de água, esse tipo de antitranspirante não possui água em sua composição, fato este que corrobora para que esta formulação seja menos eficiente devido à difusão do agente ativo ser menos efetiva, comparada às outras fórmulas mais hidrofílicas (ABRUTYN, 2013). A ideia principal era mostrar como a mudança de composição mais hidrofóbica para mais hidrofílica alteravam também o estado físico entre os tipos de antitranspirantes.

No início do Ensino Médio, espera-se que sejam estudados a identificação de transformações químicas, caracterização de substâncias, diferenciação entre substâncias puras ou misturas, separação de misturas, entre outros conceitos. Uma das possíveis aplicações do tema da higiene das axilas pode ser na abordagem desses conceitos. Por que, ao invés de exemplificar as misturas como água e óleo, ou sal e areia, entre outros exemplos muito difundidos nos livros didáticos, não são mostrados exemplos mais próximos da vivência dos alunos como um antitranspirante? Afinal, este produto é uma mistura de diversas substâncias com características químicas também distintas, que podem formar sistemas diferentes e que o aluno pode facilmente se conectar, pois é um conhecimento que o mesmo já traz de sua vida.

Os agentes ativos foram abordados em uma seção posterior às formulações. De maneira geral, os agentes ativos evoluíram a partir do uso do cloreto de alumínio que, devido à sua alta acidez, foi sendo substituído pelos sais cloridrato, sesquicloridrato e dicloridrato de alumínio, que são menos ácidos que o cloreto de alumínio e com menor eficácia também. Além disso, foram desenvolvidos sais de alumínio com zircônio, que também se mostraram muito eficientes, porém tóxicos. Por esses motivos, a legislação brasileira através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regula o limite de uso destas substâncias em formulações de cosméticos e produtos de higiene.

De maneira geral, a temática da higiene das axilas contém vários assuntos e conceitos diferentes, os quais enxergamos poderem ser utilizados isoladamente ou, como é nossa proposta, construindo aos poucos a discussão acerca do tema. Um recurso essencial para que haja interesse e motivação dos alunos para aula é o uso de perguntas. De início, é importante propor perguntas sobre a vivência dos

estudantes, como opiniões, o que eles usam de produtos, etc. O objetivo não é exclusivamente fazer com que os estudantes respondam, mas que participe dessa construção da discussão, elaborando seus próprios conhecimentos com o auxílio do professor. Acreditamos que, mesmo que não respondam as perguntas por não saberem as respostas, os estudantes podem se sentir motivados a pensar numa resposta. A partir disso, pode-se guiar de uma abordagem macroscópica até uma abordagem microscópica, onde se encontra a Química. Neste processo, é possível também ir ajustando a linguagem cotidiana, para uma linguagem mais científica, o que é um passo essencial para chegar numa alfabetização científica.

5.3. Higiene Capilar

Após realizar o levantamento bibliográfico inicial para verificar como a higiene pessoal pode ser tratada no ambiente escolar, iniciamos a elaboração de um material didático focalizando na higiene capilar.

O texto sobre a higiene capilar está estruturado, inicialmente, propondo uma reflexão inicial sobre o tema. Em seguida, apresentamos um roteiro de questões que podem ser exploradas sobre a temática e, a partir daí, começa-se a explorar o tema começando pela estrutura do cabelo. Após serem abordados os aspectos químicos e biológicos do cabelo, discute-se a composição da sujeira, para então introduzir as interações intermoleculares.

O xampu e condicionador são introduzidos, em seguida, explicando como atuam seus ingredientes principais, os surfactantes e como ocorre a interação com a sujeira e o cabelo. Além disso, explicamos detalhadamente as composições de exemplos de xampu e condicionador, abordando também o uso de alternativas a esses produtos que estão bastante difundidas atualmente. Finalizamos a proposta de texto abordando a questão ambiental e contando um caso real de poluição em um rio da região de Campinas.

5.3.1. Proposta de texto sobre a temática de higiene capilar

1. Reflexão inicial sobre o tema

Espera-se que ao longo da infância e da adolescência os indivíduos aprendam a se relacionar bem com as pessoas, a adquirir as boas práticas de higiene e de alimentação, bem como as boas maneiras de convivência nos mais diferentes

ambientes. Todos os pais esperam isso dos seus filhos e contam com a ajuda de todo o meio social e, principalmente, dos professores que os acompanham em todo o seu processo de formação pessoal. Entretanto, será que é possível alcançar todos estes objetivos até o final do ensino médio? Muito provavelmente, não. Além de ser muito difícil atingir todo esse amadurecimento, os pais nos dias de hoje não têm o tempo necessário junto aos filhos para fazer um acompanhamento adequado de todo esse processo, enquanto que em sua maioria os professores se limitam mais ao conhecimento técnico.

Ao mesmo tempo em que os pais esperam muito dos professores no auxílio e consolidação da formação pessoal, aparentemente, os professores também esperam muito dos pais nesse processo educativo. Nos casos em que essa formação pessoal não é alcançada, via de regra, a responsabilidade se transfere para um dos lados e se considera que estes não executaram bem suas funções.

Na verdade, a situação é bem mais complicada do que parece; como aprender a se alimentar se não existe um processo de educação alimentar consolidado? Como aprender a fazer a higiene pessoal de forma adequada se não existe um critério estabelecido para tal? Qual seria o procedimento adequado para se lavar corretamente os cabelos? A existência dessa diversidade de produtos seria mesmo para nos manter limpos ou boa parte seria apenas apelo do mercado para alavancar o consumo? Alguém se preocupa com a sujeira que é eliminada do corpo após um bom banho? Estas são apenas algumas, dentre um número incontável de questões, que se pode fazer acerca de boas práticas de higiene e o que é utilizado para tal.

Não se sabe ao certo qual seria a melhor estratégia para se oferecer este tipo de educação; entretanto, imagina-se que ela deva ser oferecida desde muito cedo, e que vá se aprimorando ao longo do tempo, melhorando cada vez mais a qualidade de vida das pessoas.

A situação ideal seria aquela em que todos os envolvidos no processo educativo, dentro e fora das escolas, dessem a sua contribuição, mas para isso, supõe-se que eles devam ter a formação necessária para oferecer as melhores informações a seus educandos. Tomando a higiene pessoal como exemplo, isso significa que alguém deveria ser capaz de nos ensinar todos os aspectos envolvidos em um banho, ou seja, qual a natureza da sujeira, como lavar os cabelos, com o que lavá-los, qual a sequência mais adequada para que o processo de limpeza seja efetivo, etc.

Provavelmente, além dos pais, os professores de ciências no ensino fundamental, e os de Química no ensino médio, sejam os personagens mais indicados para cumprir com este tipo de educação. Se quisermos que nossas crianças e adolescentes sejam devidamente educados, devemos nos debruçar sobre estas questões e imaginar os melhores caminhos para resolvê-las. Tanto os pais quanto os professores têm as melhores intenções ao longo de todo o processo educativo; mas será que só isto é suficiente? Será que não estamos precisando nos informar melhor para entender o que acontece ao nosso redor, para somente depois passarmos o nosso conhecimento às crianças?

Continuando ainda com o exemplo da higiene, será que estamos preparados para ir a um supermercado e escolher o produto mais adequado para determinada finalidade? Como selecionar um xampu ou um creme dental dentre as dezenas que se apresentam nas prateleiras dos mercados? Será que conhecemos o nosso tipo de cabelo ou de pele? Apesar de estas questões parecerem muito comuns e sempre estarmos consumindo tais produtos diariamente, a maioria das pessoas não está preparada para respondê-las e, muito menos, para explicar sua importância às crianças e adolescentes.

Nenhuma das questões aqui apresentadas tem uma resposta absoluta e fixa, como é muito difundido por aí nas aulas, criando uma imagem equivocada da Ciência. É de extrema importância mostrar que a Ciência é dinâmica e está sempre se renovando; por isso, o material proposto tem a finalidade de mostrar um caminho para que o professor, dentro de sua sala de aula, possa instigar as mentes curiosas de seus alunos.

2. *Questões acerca da higiene capilar*

Toda vez que levantamos pela manhã, parece que tudo está fora do lugar. Os olhos ainda estão meio fechados, voz enrouquecida e os cabelos, não tem como escapar, estão bagunçados. Antes de pensarmos em sair de casa, deixamos nossa aparência em ordem e, ao fazermos isso, aplicamos uma diversidade de produtos cosméticos e de higiene em nossa pele, boca, olhos, mãos ou cabelo.

Podemos observar que há uma infinidade desses produtos cosméticos e de higiene à venda nos mercados, drogarias e existem até lojas especializadas para esses tipos de artigos. Por isso, dificilmente ficamos presos a apenas uma marca de

um produto sem ao menos ter experimentado várias outras, para saber qual se adequa melhor às nossas necessidades e anseios.

Para os cabelos esta situação é muito recorrente e tendo sua maior ocorrência com o público feminino. Além dos variados produtos que existem para garantir uma boa estética ao cabelo, há aqueles mais destinados à sua limpeza: os xampus. Comumente esses produtos vêm acompanhados de um condicionador, que prometem complementar a ação dos primeiros.

Imagine, por exemplo, que você resolve trocar de xampu e percebe que o novo produto deixa seu cabelo mais macio do que o produto usado antes; ou então você percebe o efeito contrário, o cabelo fica mais pesado, prevalecendo um aspecto sujo. Essas e outras situações, podem aguçar nossas mentes em busca de saber o que pode ser responsável por tal efeito e, provavelmente, surgiriam questionamentos como: O que tem nesse produto para deixar meu cabelo assim?

Tanto para os xampus quanto para os condicionadores, podemos notar que há em cada embalagem diferentes tipos de propostas para deixar nossos cabelos com uma estética fantástica e, geralmente, quanto maior o número de ingredientes presentes nos frascos, maior o preço do produto. Somos, então, levados a escolher aqueles que prometem nos dar os melhores efeitos. Contudo, será que há realmente uma diferença muito grande entre produtos de preços distintos?

Poderíamos ir além nessa discussão, questionando a necessidade desses produtos. Por exemplo, é necessário, mesmo, usar o condicionador? Se usássemos apenas o condicionador e não o xampu, haveria alguma diferença de efeito nos cabelos? E se a ordem de uso fosse invertida, primeiro condicionador, depois o xampu; haveria alguma diferença no resultado? Possivelmente, o aspecto do cabelo não seria o mesmo daquele resultante da limpeza seguindo a ordem xampu-condicionador, afinal tratam-se de produtos distintos. Por quê? Será que a composição dos mesmos altera a forma com que interagem com o cabelo?

Claramente, o ator principal desta fantástica obra é o cabelo. É para ele que usamos tantos produtos, de modo que fique limpo, macio, fácil de pentear, entre tantos outros objetivos. Sabemos que eles se tornam mais frágeis do que o normal ao sofrerem procedimentos químicos mais severos, como alisamentos e tingimentos; contudo, ao fazermos procedimentos de reparação, é perceptível que nossos cabelos se tornam mais fortes e viçosos. Será que os cabelos apenas mudam visualmente? Ou acontecem transformações que o modificam além do que nossos sentidos podem

perceber? Em outras palavras, o que muda no cabelo com toda essa “química”? Poderíamos até começar a conjecturar respostas para essas perguntas, porém, antes de tudo, precisaríamos responder à uma simples: do que é feito o cabelo?

Dentro de todo este cenário, também não podemos deixar de considerar os impactos de nossas ações sobre o meio que nos cerca. Frequentemente, devido à dinâmica acelerada da vida moderna, não costumamos refletir sobre como nossas condutas podem afetar o meio ambiente. Usar xampu e condicionador é um hábito bastante comum; neles existem componentes que podem interagir com os nossos cabelos, o que, então, os impediria de interagir com outros organismos? Os resíduos desses produtos que aplicamos diariamente se decompõem e depois descem ralo abaixo; eles vão para algum lugar. Então, finalizamos com a pergunta: para onde vão os resíduos de xampu e condicionador que geramos no cotidiano?

3. *Da raiz às pontas*

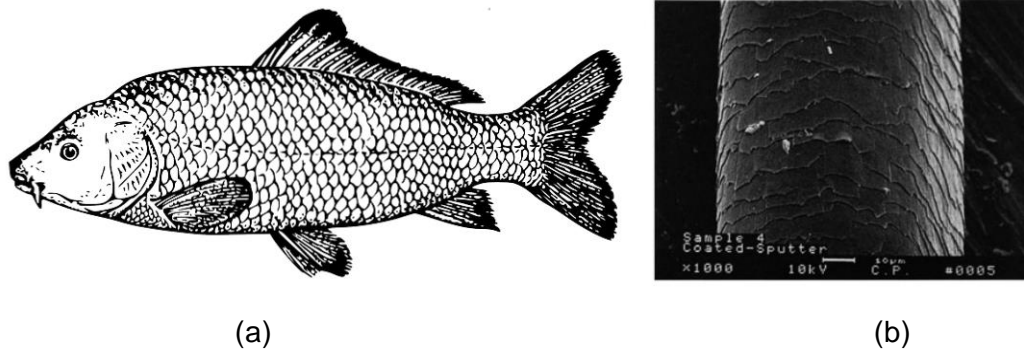
Ele vai para todo lugar que vamos. Quando está muito grande, cortamos. Se ele se suja, nós o limpamos. Tem vezes que ele fica rebelde e não tem muita conversa, fica do jeito que ele quer. Falando assim parece que o cabelo é um tipo de ser vivo, controlado pelas nossas vontades, mas que às vezes tem vontade própria e se comporta como bem quer. A realidade é que o cabelo não é animado e muito menos vivo; ele, basicamente, já cresce morto.

Se pegarmos um fio de cabelo da cabeça agora e formos observá-lo, com certeza repararíamos que tem uma estrutura uniforme, a qual possui a mesma cor, textura, formato ao longo do fio inteiro e vai afunilando em direção à ponta. Apesar desta aparência homogênea, não imaginaríamos que ao aumentarmos a imagem de um fio, em pelo menos 1000 vezes, encontraríamos uma superfície visualmente parecida com escamas de peixe, que são pequenas estruturas sobrepostas entre si, como mostra a figura 8.

Essas estruturas são um conjunto de células achatadas formadas dentro da pele e que, devido à inserção de uma substância, a queratina, elas se solidificam e enrijecem, acarretando em suas mortes, ou seja, as funções celulares são cessadas. Além disso, a morte dessas células é oportuna, pois imagine a realização de todos aqueles procedimentos químicos como descolorir, alisar ou até mesmo ficar debaixo do sol, em um tecido vivo. Provavelmente, no primeiro procedimento estético esse

tecido não resistiria e por esse motivo, o cabelo foi feito para ser mais resistente do que o restante da pele, de modo a proteger do couro cabeludo.

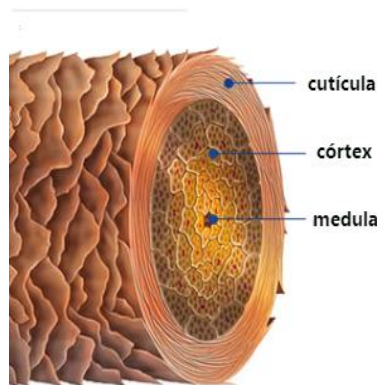
Figura 8 - Comparação entre escamas de peixe (a) e um fio de cabelo aumentado 1000 vezes (b).



Fontes: (a) www.pixabay.com e (b) Robbins (2012).

Com o avançar dos estudos científicos sobre o cabelo, observou-se que sua estrutura não era tão uniforme assim; na realidade, um fio de cabelo é dividido em camadas de diferentes arranjos do interior para o exterior de um fio cujos nomes são: medula, córtex e cutícula, como mostra a figura 9.

Figura 9 - Secção transversal de um fio de cabelo.



Fonte: www.microcarbonation.com.

A cutícula, por ser a mais externa, é a região visível de um fio de cabelo onde estão localizadas as várias células achatadas formando uma camada que tem pelo menos $0,5\ \mu\text{m}$ de espessura, equivalente a $0,005\ \text{mm}$; um fio normal de cabelo varia de $0,045$ a $0,110\ \text{mm}$. Compreendemos, então, que a cutícula corresponde a pelo menos 4,5% da espessura de um fio; sendo uma camada muito fina, será que ela tem alguma relevância nos processos que envolvem o cabelo?

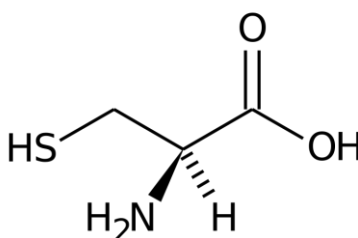
4. Estrutura química do cabelo

Uma parede com vários tijolos do mesmo tamanho dispostos um sobre o outro é uma estrutura firme e grande, comparando-se com apenas um tijolo. Para mostrar como é estruturado um fio de cabelo, podemos usar da comparação com a parede para também apresentar a importância de suas moléculas para essa estrutura.

Assim como os tijolos, que ao serem dispostos, podem formar uma parede, há no cabelo moléculas que, ligadas, formam moléculas maiores e de estruturas mais complexas. Essas moléculas que servem como unidade para as macromoléculas são chamadas de *monômeros*, pois “mono” é prefixo que designa “um” ou “uma”, e “mero” é o sufixo para “unidades básicas” originário da língua grega. Já as grandes moléculas formadas são denominadas *polímeros* (poli designa “muitos” ou “muitas”) e, para este caso do cabelo, as palavras “monômero” e “polímero” podem dar lugar à aminoácidos e proteínas, respectivamente.

Um aminoácido em especial é encontrado em grandes quantidades na cutícula, a parte mais externa do cabelo e que se chama cisteína (figura 10).

Figura 10 - Arranjo estrutural dos átomos na molécula de cisteína.



Fonte: Acervo próprio.

O que torna este aminoácido tão especial é o fato de ser o único a possuir o elemento enxofre. O que este elemento poderia fazer ou ter de tão diferente para o nosso cabelo? Neste caso, o enxofre tem um papel muito importante na configuração dos fios de cabelo, como veremos no próximo tópico.

5. Cabelo não é tudo igual?

Quando observarmos os tipos diferentes de cabelos entre as pessoas, podemos pensar que a composição química de cada um é também diferenciada. Contudo, ao que indicam os estudos sobre cabelos, no geral, não importando se o cabelo é cacheado, liso, crespo ou ondulado, eles sempre terão a mesma composição

química; inclusive os mesmos aminoácidos destacando a alta concentração de cisteína. Além da grande rede de proteínas (65 a 95% da composição total), o cabelo também possui uma quantidade considerável de água (15 a 35%) e também alguns lipídios (1 a 9%); além disso, há presença de alguns metais em uma escala bem menor que estes três componentes principais (ROBBINS, 2012).

Como ocorre a diferenciação nos tipos de cabelo ainda não é uma pergunta com uma resposta totalmente definida, segundo estudos da Universidade de Brasília (MIRANDA-VILELA, BOTELHO e MUEHLMANN, 2014); porém, há dois possíveis fatores que podem contribuir para tal: o formato do folículo capilar e a diferença nas separações das células de queratina ao longo dos fios.

O folículo capilar é o local onde as células do cabelo se multiplicam, ou seja, onde o cabelo começa a crescer e também onde morrerão através da queratinização (inserção de queratina nas células), tornando-se estruturas rígidas. Para representar esta ideia, podemos pensar em bicos para confeitar bolos (figura 11); à medida que a cobertura passa pelo bico, ela adquire a forma que o bico possui e, no caso do cabelo, o fio apresentará o formato que o folículo (o orifício por onde o fio cresce) possuir.

Figura 11 - Bico de confeitar.

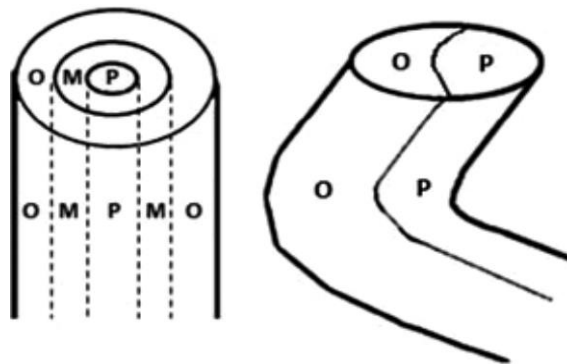


Fonte: www.pixabay.com.

Nos cabelos crespos, como os de raiz afro, a tendência é um fio com uma secção transversal bem elíptica; o contrário ocorre em cabelos bem lisos de asiáticos, os quais possuem uma secção circular. Esses formatos são determinados pelo folículo, por isso acredita-se que a diferença nos tipos de cabelos esteja ligada a ele. Se um folículo é elíptico formará um fio de cabelo de secção elíptica e maior tendência a se encurvar do que um fio que cresceu em um folículo circular, que será mais resistente à curvatura.

Outro fator para a diferença entre liso e enrolado dos cabelos é possivelmente a diferença de células corticais que os formam e suas distribuições assimétricas pelos fios (células corticais ou células do córtex, a porção do cabelo que possui maior massa e que está abaixo da cutícula). Há três tipos de células corticais: ortocorticais (O), paracortais (P) e mesocorticais (M), figura 12. Nos fios lisos a divisão destes três tipos de células é simétrica, seguindo a ordem O, M e P de fora para dentro. Já nos fios enrolados há uma distribuição desigual de células O e P, as quais possuem cerca de 3 e 5% de conteúdo de cisteína, respectivamente, sendo as células para se encontram na porção côncava do fio, assim como é esquematizado abaixo. Nesses casos as células M não são encontradas.

Figura 12 - Divisão de um fio de cabelo.



Fonte: Miranda-Vilela, Botelho e Muehlmann (2014).

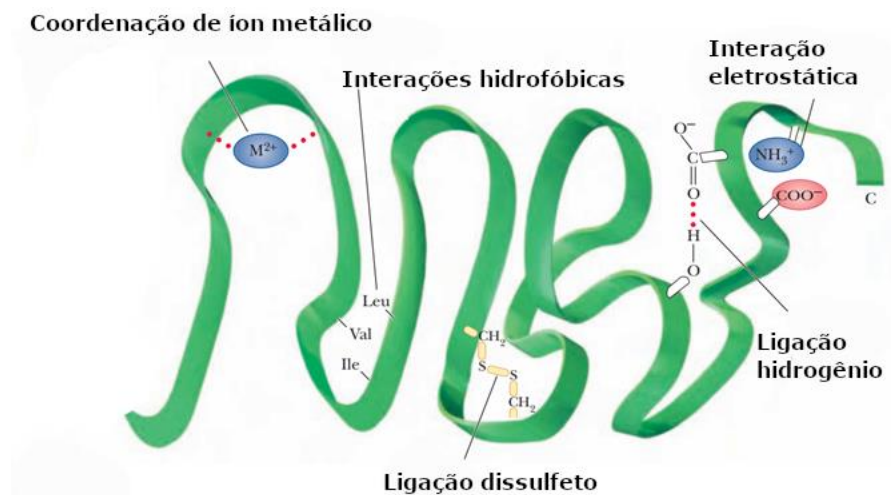
Precisamos parar para pensar nesta última observação. Por que onde tem as células P será a porção mais curvada? Presumivelmente, a explicação está na quantidade de cisteína que há nas células P em comparação com as células O. As cisteínas presentes nas longas cadeias de proteínas (as queratinas) que compõem os fios de cabelo podem se ligar fortemente através de seus enxofres e formar um novo arranjo chamado de cistina.

Como o cabelo não é formado apenas por uma única cadeia de queratina, para que se forme essa estrutura compacta e resistente do fio, é necessário que as cadeias de queratina se liguem umas às outras. Para isso, as cadeias de queratina contam com ligações bem fortes formadas entre as cisteínas de cada uma dessas queratinas. Esta ligação é conhecida como ligação dissulfeto e é representada na figura 13.

Portanto, se metade de um fio de cabelo possui maior quantidade de cisteína do que a outra parte, este lado com maior quantidade poderá formar muito mais

ligações dissulfeto do que o outro, resultando em um lado (P) mais contraído do que o outro (O) e formando ondas.

Figura 13 - Representação da ligação dissulfeto e outros tipos de interações em proteínas.



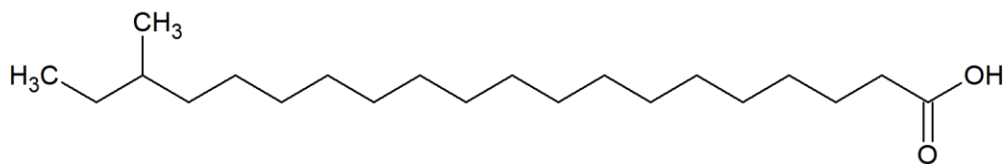
Fonte: adaptado de Campbell e Farell (2009).

6. A sujeira

Agora que compreendemos um pouco mais sobre a estrutura do cabelo, podemos continuar a discussão sobre o nosso tema central: a higiene capilar. Logicamente, se está havendo um processo de higiene, ocorre, então, algum processo de limpeza ou remoção de determinada matéria. Apesar de ter sido abordada a composição interna do cabelo, há também que se considerar no que o meio externo pode contribuir com a mesma, pois sabemos que, durante o intervalo entre uma lavagem de cabelo e outra, os cabelos não permanecem os mesmos: tornam-se menos volumosos, oleosos e com aspecto desasseado. Por que isto acontece?

Naturalmente, na base dos fios de cabelo ou bulbo capilar, existem glândulas que produzem secreções ricas em matéria orgânica com caráter bastante hidrofóbico como hidrocarbonetos, ácidos graxos e outros lipídios, visando lubrificar o cabelo. Por este motivo, há na superfície dos fios uma camada lipídica constituída majoritariamente pelo 18-MEA (figura 14) ou ácido 18-metil-eicosanóico, que se encontra covalentemente ligado às proteínas do cabelo.

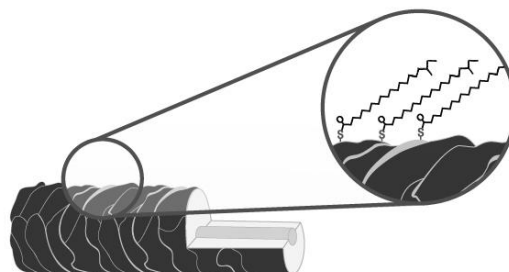
Figura 14 - Fórmula estrutural do ácido 18-metil-eicosanoico (18-MEA).



Fonte: Acervo próprio.

Como será que ocorre a ligação deste ácido à superfície do cabelo? Como falado, em determinados pontos da superfície do cabelo, existem os grupos $-SH$ provenientes das moléculas de cisteína e que participam na formação da proteína que constitui o cabelo. A partir da interação entre esse grupo $-SH$ e o carbono do grupo ácido do 18-MEA, ocorre a ligação entre os átomos de carbono e enxofre, com a eliminação de uma molécula de água. É o resultado do ataque nucleofílico do grupo $-SH$ ao carbono do grupo $-COOH$, ocasionando na ligação do fragmento do 18-MEA às proteínas da superfície do cabelo, como mostrado na figura 15.

Figura 15 - Representação da ligação do 18-MEA à superfície do cabelo nos pontos onde se encontram os grupos $-SH$ da cisteína.



Fonte: adaptado de www.naturallycurly.com.

É interessante notar que os cabelos lisos, quando sujos, aparentam estarem mais oleosos do que os cabelos cacheados. Isso ocorre porque a reação do 18-MEA com o grupo $-SH$ acontece mais facilmente nos cabelos lisos, onde a incidência de grupos $-SH$ livres é muito maior do que em cabelos cacheados. Em contrapartida, os cabelos encaracolados apresentam uma grande quantidade de ligações dissulfeto, havendo muito menos grupos $-SH$ disponíveis para reagir com o 18-MEA e se ligarem a ele. Por essa razão, este ácido liberado pelas glândulas do bulbo capilar está apenas aderido e não ligado covalentemente à superfície dos cabelos mais enrolados (ALMEIDA e FILHO, 2018).

Além desse tipo de lipídio existem outros chamados de lipídios livres; apesar de seu nome sugerir que estes lipídios estejam livres, precisamos ter atenção, pois para estar aderido à superfície do cabelo algum tipo de interação deve estar ocorrendo. Qual seria? Com toda certeza, esta interação ocorre de maneira mais fraca que a ligação covalente que liga o 18-MEA aos grupos –SH.

Continuando nossa avaliação sobre a sujeira do cabelo, será que ela é composta somente por essa camada lipídica? É muito importante entendermos o caráter e a constituição da sujeira do cabelo, afinal é ela que se almeja remover ao fazermos a higiene dos cabelos.

A mistura lipídica que se encontra na superfície dos fios de cabelo é, predominantemente, hidrofóbica e funciona como uma capa protetora dos fios, evitando que estes se atritem. Contudo, no dia a dia, as pessoas têm contato com outras substâncias químicas que podem ficar aderidas aos cabelos como partículas oriundas de poeiras, fumaças e outras. Ademais, os próprios produtos para o cabelo também podem colaborar com o acúmulo de substâncias, como polímeros, proteínas, óleos e outros ácidos graxos; todos estes possuem longas cadeias carbônicas, as quais são responsáveis por fornecer à sujeira um elevado grau de hidrofobicidade. Algo a ser considerado, também, é o fato de os fios de cabelos danificados conterem muitas cavidades em que todos esses tipos de sujeira podem se depositar, dificultando assim sua remoção pela lavagem com o xampu.

Em resumo, a sujeira do cabelo é composta, majoritariamente, por materiais de caráter hidrofóbico, que podem interagir de diferentes formas com os fios. Apesar de o cabelo ser constituído por um conjunto de fibras de proteínas que, por sua vez, são feitas por uma gama de diferentes aminoácidos, a camada lipídica do cabelo é o que vai influenciar na retenção de substâncias externas em sua superfície. Portanto, levando-se em consideração que a maior parte da sujeira do cabelo é composta por moléculas grandes e de alto caráter hidrofóbico, e que o cabelo está recoberto também por esta camada hidrofóbica, como se dá essa interação entre a sujeira oriunda do ambiente e a camada lipídica do cabelo? Ou como a água pode remover a sujeira com o auxílio do xampu? E o condicionador, como interage com o cabelo?

7. As forças que estão em todo lugar

Entender como uma substância interage com outra é considerar como suas moléculas interagem entre si e entre as outras. Percebe-se que o cabelo, por si só, já

possui uma gama de interações e estas não são exclusivas apenas desse sistema, mas estão presentes em qualquer área do cotidiano. É curioso pensar que nem sempre se acreditou que existissem moléculas, pois até cerca de metade do século XIX, esta crença havia declinado por efeito dos estudos que indicavam que a matéria seria contínua e não dividida em moléculas. Este cenário começou a se modificar quando o holandês Johannes Diderik van der Waals publicou sua tese sobre o estado de líquidos e gases, na qual expôs sua famosa equação de estado (NOBEL, 1967).

Esta nova equação incrementou aquela dos gases ideais, a qual não levava em consideração o volume ocupado pelas moléculas da substância em questão nem as interações atrativas existentes entre elas. Apesar disso, a origem das interações intermoleculares ainda era incerta e apenas com o advento da mecânica quântica, na década de 1920, e a elucidação da estrutura atômica e molecular é que se pode avançar no sentido de descobrir o que pode justificar tais interações.

Basicamente, todas as interações intermoleculares atuam através de forças eletrostáticas entre as espécies envolvidas. Contudo, como forma de facilitar a identificação de uma força predominante, convencionou-se separá-las nas conhecidas denominações: ligações covalentes, ligações hidrogênio, ligações metálicas, forças de van der Waals, dentre outras.

Em se tratando das forças de van der Waals é usual associá-las com moléculas apolares ou então fazê-la de sinônimo de forças de dispersões. Contudo, este tipo de interação está presente em todas as moléculas e se faz necessário destacar seus três componentes principais, os quais somados compõem a energia total conhecida como forças de van der Waals: *forças de indução*, *forças de orientação* e *forças de dispersão* (ISRAELACHVILI, 2011).

Nesses três tipos de contribuição há duas propriedades que são muito importantes para se compreender como átomos e moléculas interagem, a polarizabilidade e o momento de dipolo. A polarizabilidade é a indução de um momento de dipolo em moléculas através de um campo elétrico emanado por outras moléculas no seu entorno. Devido ao fato de todas as moléculas e átomos interagirem através de interações eletrostáticas, todos são passíveis de serem polarizados.

Também se encaixam neste caso as moléculas apolares, ou seja, aquelas que não possuem um dipolo permanente. O dipolo permanente é criado quando duas cargas opostas se encontram à uma certa distância, podendo acontecer entre íons de cargas opostas ou em ligações covalentes cujos átomos possuam significativa

diferença de eletronegatividade. Para se manterem unidas, as moléculas apolares contam com a polarização, que cria dipolos momentâneos, permitindo que uma atraia a outra.

Baseados nisso, podemos compreender melhor como atuam as forças de van der Waals. Ao avaliarmos uma substância cujas moléculas possuam dipolo permanente, por exemplo, as forças de orientação dessas moléculas dirão respeito ao quanto seus dipolos permanentes influenciam na orientação das outras moléculas; as forças de indução levarão em conta o quanto esses mesmos dipolos vão induzir dipolos momentâneos (especialmente quando há interação de moléculas polares e apolares) e, por último, as forças de dispersão levam em consideração a parte da molécula que interage apenas através da polarização.

Em uma substância apolar como o metano, existe apenas a contribuição das forças de dispersão, pois não existem dipolos permanentes para haver a contribuição de forças de indução ou orientação para energia total de van der Waals. Por outro lado, nas moléculas de HCl, há todos os três tipos de forças, ainda que as de dispersão sejam as menos proeminentes (ISRAELACHVILI, 2011).

Todos esses argumentos são explorados suficientemente em livros de Química, pois para moléculas pequenas o trabalho de se avaliar a influência das interações intermoleculares é mais simples. Por outro lado, quando se tratam de estruturas maiores como polímeros, proteínas ou polissacarídeos, o cenário pode ter uma mudança mais drástica devido à maior quantidade de interações e dos tipos das mesmas.

O 18-MEA, por exemplo, possui uma longa cadeia carbônica e um grupo carboxila em uma de suas extremidades. Apesar de que esta molécula possui um dipolo permanente localizado neste grupo carboxila, e da possibilidade de poder realizar ligações hidrogênio, boa parte de sua composição é de caráter apolar devido à longa cadeia carbônica. Por este motivo, as forças relacionadas ao dipolo permanente serão menos importantes que as forças de dispersão, sendo, portanto, a força de van der Waals entre as moléculas de 18-MEA predominantemente composta pelas forças associadas à polarização.

Considerando o alto teor hidrofóbico envolvido, podemos transpor tais conceitos para a realidade da interação cabelo-sujeira. Se a sujeira é composta, basicamente, por moléculas grandes devido às suas longas cadeias carbônicas e a capa que envolve o cabelo também possuir esta mesma característica, é de se pensar

que as forças de dispersão da interação entre essa mistura serão as mais proeminentes; portanto, a interação de van der Waals entre essa mistura é regida pelas forças de dispersão. Isto também ocorre para a interação dos lipídios livres com o cabelo; ao contrário do 18-MEA que se liga aos grupos –SH através de ligações covalentes, os lipídios livres interagem com o fio através dessas mesmas forças de dispersão.

O que acontece, então, com o cabelo quando entra em contato com a água?

8. A água no cabelo

A água é uma substância muito associada à limpeza, afinal, praticamente todos os processos de lavagem envolvem a água em alguma etapa. Na limpeza dos cabelos também não é diferente com relação à presença da água, porém apenas a aplicação da mesma para remover a sujeira não é efetiva, tendo em vista que o cabelo permanece, ainda, com um envoltório oleoso entre seus fios. Este fato está intimamente ligado às interações intermoleculares.

A água, por si só, é uma substância bastante distinta, pois existe uma interação forte entre suas moléculas, apesar de sua baixa massa molecular. Este fato é consequência das ligações hidrogênio presentes entre as moléculas de água que, apesar de apresentar um percentual de caráter covalente, a interação é predominantemente eletrostática.

As ligações hidrogênio são interações mais fortes que a interação de van der Waals (10 a 40 kJ/mol comparado acerca de 1 kJ/mol), porém mais fracas que uma ligação covalente (~500 kJ/mol). Quando uma substância que não tem a capacidade de realizar ligações hidrogênio entra em contato com a água, as moléculas desta última se organizam da melhor maneira possível para evitar que o mínimo de ligações hidrogênio se desfaça em consequência do contato com a substância diferente.

Este resultado é chamado de efeito hidrofóbico e é energeticamente desfavorável em termos de entropia das moléculas de água, pois busca reorientar as moléculas que fazem ligações hidrogênio para formas mais ordenadas do que já existiam antes, o que diminui a entropia do sistema. Por esse motivo, moléculas como as da água não se misturam com moléculas apolares ou também chamadas de hidrofóbicas.

Não podemos ser categóricos em afirmar que há repulsão entre moléculas de água e moléculas hidrofóbicas; pelo contrário, a água e estas moléculas se atraem

devido às forças de dispersão, porém a interação entre as moléculas de água é muito mais forte do que com as moléculas hidrofóbicas. Já no caso das interações hidrofílicas, a solubilização de substâncias hidrofílicas em água se dá pelo fato de preferirem estarem interagindo com a água.

Considerando-se essas observações, espera-se que a interação da água com a camada hidrofóbica da sujeira do cabelo seja de pouca atração, e que a água não consiga remover a sujeira. Em consequência de tudo isso, é necessária a intervenção de outro componente neste sistema para remoção desta camada lipídica, o xampu.

9. Voltando no tempo

O hábito de lavar o cabelo com xampu e depois com condicionador pode parecer comum, porém nem sempre foi assim; esses produtos tem uma história relativamente recente, que se iniciou no século passado. O termo “xampu” só começou a ser usado com o sentido de aplicação de um sabão no século XX; antes disso era relacionado com ato de massagear a cabeça.

Nesta época, já se faziam algumas misturas que se pareciam com os xampus que eram derivadas de sabões e misturadas à água e algumas ervas que lhes conferiam aroma. Somente após 1930 o primeiro xampu industrializado chamado *Drene* surge nos mercados norte-americanos, figura 16.

Figura 16 - Xampu Drene.



Fonte: *The National Museum of American History*.

Uma reportagem do jornal *The New York Times* do ano de 1908, mostra quais eram as recomendações de lavagem do cabelo. Nela já se citava a necessidade da limpeza dos cabelos com sabões da época e que a poeira oriunda da cidade de Nova Iorque contribuía para deixar os cabelos sujos e pesados. Para cabelos oleosos uma

indicação da matéria seria lavar com sabão de Castela, sabão feito de azeite de oliva ainda presente na atualidade, ou sabão de carvão (TimesMachine, 1908).

Algo que chama muita atenção é o tempo recomendado entre uma aplicação e outra naquela época; a matéria diz que especialistas em cabelo indicavam que um período de duas semanas seria ideal, mas para cabelos em boas condições um mês à 6 semanas estaria de bom tamanho. É realmente intrigante pensar em passar todo esse tempo sem lavarmos os cabelos e como nossos hábitos se modificaram tanto.

Percebe-se então que a função dos xampus desde sua criação era a de limpar os cabelos e assim mantê-los higienizados. Chegamos então no porquê do uso deste produto, agora poderemos avançar e chegar no “como” ou melhor, como o xampu limpa nossos cabelos? O que estará por trás dessa função do xampu?

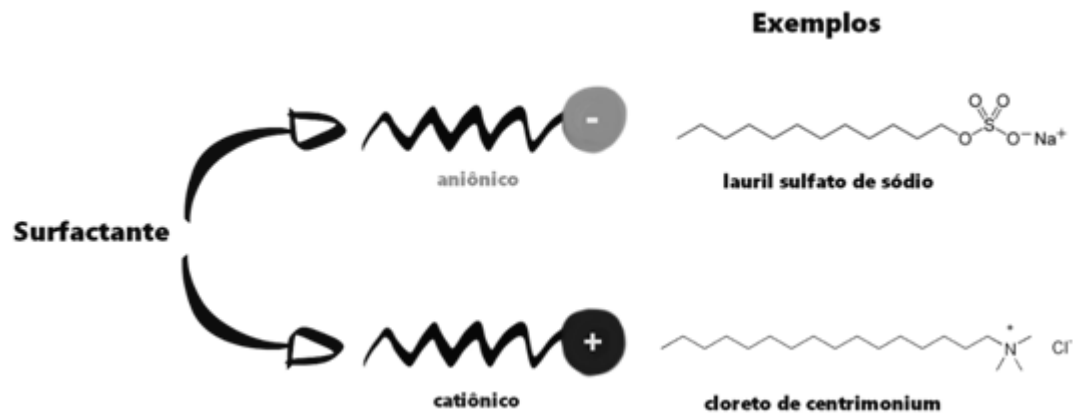
10. O componente principal do xampu

O ingrediente principal do xampu, aquele que removerá a sujeira do cabelo, é o detergente, também conhecido como surfactante. Esta denominação vem do inglês “surfactant”, ou SURFace ACTive AgeNT, ou “agente ativo de superfície”. Assim sendo, a ação do surfactante é na superfície das substâncias, não alterando sua estrutura química interna.

A figura 17 apresenta dois tipos de surfactante: aniônico e catiônico. Contudo, há quatro tipos de surfactantes: aniônico, catiônico, não-iônico e anfotérico. Os surfactantes não-iônicos não possuem carga em sua estrutura, sendo ideal para produtos infantis por serem menos irritantes à pele e aos olhos; já o surfactante anfótero possui tanto carga negativa quanto positiva em sua estrutura. Apesar das diferenças, essas substâncias possuem algo em comum: parte da molécula é uma longa cadeia carbônica e a outra parte é composta por um grupo polar, carregado ou não.

Na formulação do xampu, a substância em maior quantidade é a água. Devido à presença desta, e em contato com outra substância, como óleo, as moléculas de surfactante estarão dispostas num formato conhecido como micela. A figura 18 mostra um exemplo de micela arredondada, a qual, em meio aquoso, se orienta com a cadeia carbônica do surfactante voltadas para a parte interior da estrutura e com as porções polares voltadas para o meio aquoso. Esta orientação é uma consequência do tipo de interação entre as espécies envolvidas.

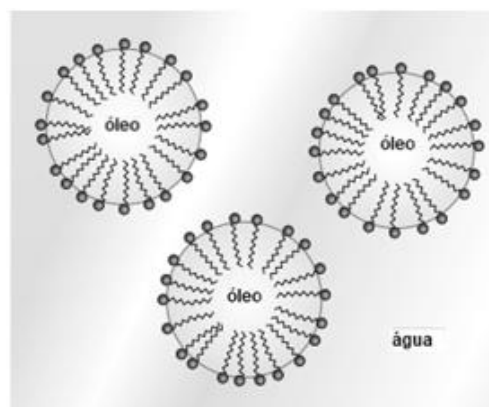
Figura 17 - Surfactantes aniônico e catiônico encontrados no xampu e condicionador, respectivamente.



Fonte: acervo próprio.

Neste exemplo percebe-se que as moléculas do surfactante possuem caracteres hidrofílicos e hidrofóbicos, o que permite a elas interagirem, simultaneamente, com os dois meios, hidrofílico (água) e hidrofóbico (óleo). Face a esse conjunto de informações, podemos nos questionar por fim: como ocorre a limpeza dos cabelos?

Figura 18 - Exemplo de micelas.



Fonte: adaptado de Dux (2013).

11. Mecanismo de limpeza

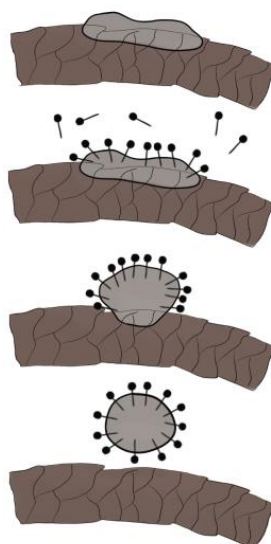
O procedimento para a limpeza do cabelo inicia-se com o ato de molhá-lo para, em seguida, aplicar certa quantidade de xampu em toda a sua superfície; posteriormente, o conjunto cabelo/água/xampu deve ser massageado para promover a mistura entre os componentes e deixado em repouso por um certo tempo. Finalmente, o conjunto é enxaguado com água corrente. A partir deste procedimento, várias perguntas podem surgir, como por exemplo: por que é importante o cabelo estar

molhado, antes da aplicação do xampu, se somente a água não remove a sujeira do cabelo?

Certamente, somente a água não removerá a sujeira, porém, ela é fundamental nesse processo, pois é neste meio aquoso que as moléculas do surfactante irão se espalhar mais facilmente para depois agir. Existem diferentes mecanismos para explicar a remoção da sujeira como: o empacotamento (*“roll-up”*), a emulsificação e a solubilização (LOCHHEAD, 2012). Alguns deles serão mais ou menos favorecidos dependendo da natureza do cabelo, se ele é virgem ou sofreu algum tratamento químico. Portanto, antes de entendermos como funciona cada mecanismo, é necessário ter em mente as interações que podem ocorrer entre os sistemas sujeira/surfactante, bem como aquelas entre cabelo/sujeira e sujeira/água/surfactante.

O mecanismo *roll-up* acontece quando a camada oleosa da sujeira é empacotada pela solução de surfactante do meio, até que se forme uma estrutura mais arredondada que se desprende do fio como mostrado na figura 19. Este mecanismo é bastante favorecido quando o cabelo tem um maior caráter hidrofílico e é o caso de cabelos descoloridos, pois este tipo de tratamento retira bastante a camada lipídica interna e externa dos fios, inclusive a camada de 18-MEA.

Figura 19 - Mecanismo roll-up.



Fonte: acervo próprio.

Isto não significa que ter o cabelo descolorido seja vantajoso para limpeza, pois, apesar de ficar com menor quantidade de sebo, o cabelo fica muito mais susceptível

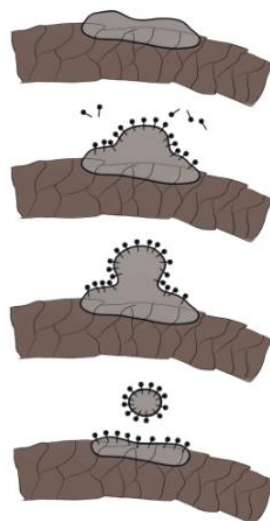
à sua retenção nas cavidades ou pequenas rachaduras criadas ao longo dos fios por conta do procedimento de descoloração; neste caso, a sujeira não é removida pelo surfactante no momento da lavagem, pois o contato físico entre eles é impossível.

Por outro lado, em cabelos naturais ou que por algum motivo possuam um significativo caráter hidrofóbico, será mais difícil ocorrer o mecanismo de *roll-up*. Nesses casos, a interação entre a sujeira e a superfície dos fios de cabelo é mais intensa, o que não permite a sua completa remoção. Nessa situação, o surfactante é capaz de retirar apenas parte da sujeira, deixando ainda alguns resquícios da mesma nos fios. Este processo é chamado de emulsificação e está representado na figura 20.

Até este ponto da lavagem o que temos é a sujeira, ou a camada oleosa que encobria os fios de cabelo, interagindo com as moléculas do detergente presentes no xampu, formando micelas que contém o óleo na sua parte interna, interagindo com a cadeia carbônica apolar do detergente. Estas mesmas moléculas do detergente têm a sua extremidade polar na parte externa da micela interagindo com a rede de moléculas de água através de interações dipolo-dipolo e ligações hidrogênio. Resta agora eliminar todo este conjunto de micelas, bem como o excesso de xampu utilizado, da superfície do cabelo.

Por fim, o procedimento de enxaguar abundantemente o cabelo com água é necessário para se garantir que toda a quantidade de micelas que continham a sujeira ou camada oleosa encoberta por uma camada de detergente (o conjunto de micelas) seja eliminada da superfície do cabelo. Isso ocorre devido às interações da água com a parte polar do detergente (superfície hidrofílica), garantido assim que o excesso de água seja capaz de arrastar as micelas da superfície do cabelo, proporcionando assim sua perfeita limpeza. Durante todo o processo de limpeza, a massagem capilar é necessária para garantir a perfeita interação entre as partes envolvidas.

Figura 20 - Mecanismo de emulsificação parcial da sujeira.



Fonte: acervo próprio.

12. Para que tudo isso no xampu?

Para descobrirmos o que tem no xampu vamos começar pelo rótulo, mais especificamente, na área de composição do produto. Sem dúvida, olhar a composição de algum produto é algo interessante e, ao mesmo tempo, algo que gere bastante dúvida, pois a maioria das pessoas não deve entender do que se trata tudo aquilo. Para isso, começaremos a discutir essa parte tão misteriosa que é a composição de um produto e o xampu será o nosso primeiro alvo.

A tabela 5 mostra um exemplo de composição para um xampu retirada do livro “*Chemical and Physical Behavior of Human Hair*”. Neste caso, trata-se de um *cleaning shampoo* cuja tradução literal do inglês seria xampu de limpeza. Parece redundante, porém existem xampus que além de limpar proporcionam outras funções e, para este caso, é apenas voltado para a limpeza profunda dos cabelos.

Merece um grande destaque o fato de a tabela estar em inglês, porém é algo comum a todos os xampus. Ao observarmos o rótulo de qualquer xampu, perceberemos que mesmo residindo em um país cuja língua oficial é a portuguesa, os ingredientes estarão escritos em inglês. Isso se dá porque há uma padronização de nomes de ingredientes para cosméticos a nível mundial através de um sistema chamado INCI ou *International Nomenclature Cosmetic Ingredients* (a tradução seria nomenclatura internacional para ingredientes cosméticos). Isto auxilia a comunidade a melhor identificar cada ingrediente em qualquer lugar do mundo e como há vários

países que já adotaram tal sistema, inclusive o Brasil, essa identificação ocorre mais facilmente.

Tabela 5 - Exemplo de formulação de um xampu de limpeza profunda.

<i>Ingredientes</i>	Porcentagem (%)
<i>Sodium laureth sulfate</i>	8
<i>Sodium lauryl sulfate</i>	7
<i>Cocamide MEA</i>	2
<i>Cocamidopropyl betaine</i>	2
<i>Glycerin</i>	1
<i>Fragrance</i>	0,7
<i>Citric acid</i>	To desired pH
<i>Sodium citrate</i>	0,2
<i>Sodium chloride</i>	To desired viscosity
<i>Colors</i>	To desired color
<i>Sodium Benzoate</i>	As needed
<i>Tetrasodium EDTA</i>	As needed
<i>Preservative (Kathon CG)</i>	As needed
<i>Water</i>	q. s. to 100%

Fonte: Robbins (2012).

É fato que vivemos numa sociedade governada pelas leis e estas têm um papel crucial para gerenciar as diversas áreas da mesma. Nesse sentido, todos os produtos que encontramos em um mercado, destes alimentos até produtos de beleza estão sujeitos à regulamentação buscando controlar e limitar as substâncias nocivas que estes podem conter, garantindo assim que a saúde humana seja assegurada.

Em uma situação hipotética, se você quisesse começar a fabricar xampus e vendê-los, você não poderia simplesmente colocar quaisquer ingredientes e nas quantidades que sua imaginação desejasse. Para evitar que esse e outros casos aconteçam, além de proteger a saúde da população, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) controla e regula a área sanitária de serviços e produtos no país, ou seja, é o órgão que diz o que pode ou não ter dentro de um produto além das suas quantidades, de modo a garantir a saúde dos consumidores.

A Anvisa não estabelece o que um xampu pode ter, especificamente, porém, para cada substância que ele o contém, há um valor limite, que não pode ser ultrapassado para evitar danos à saúde. Na Resolução nº 79/2000 da Anvisa, o xampu é classificado como sendo “produto de higiene”. Na formulação da tabela 5, temos 14 ingredientes e cada um está ali por um motivo específico, sendo a água a substância

que está em maior quantidade, o solvente em que todos os outros ingredientes estão dispostos.

O surfactante ou detergente é o ingrediente principal responsável pela limpeza dos cabelos, como explicamos no tópico anterior. Como exemplo, quatro dentre esses 14 ingredientes são surfactantes e são eles: *sodium laureth sulfate*, *sodium lauryl sulfate*, *cocamide MEA* e *cocamidopropyl betaine*.

Será que só um tipo de surfactante não seria suficiente? É uma pergunta muito pertinente para este caso. Ocorre que, muitas vezes, só um tipo de surfactante não retira toda a sujeira do cabelo, precisando da adição de outras para completar esta tarefa. Além disso, outros surfactantes chamados de secundários são colocados para aumentar a viscosidade do xampu; exemplos disso nesta formulação são *cocamide MEA* e o *cocamidopropyl betaine*.

Apesar de existirem mais de um surfactante na composição de um xampu, nota-se que o maior componente na mesma é a água. Por que, então, o xampu possui um aspecto viscoso? E o que caracterizaria a viscosidade? Para melhor explicarmos a viscosidade, imagine um copo com água e um outro copo cheio com apenas xampu. Imagine que você derrama o conteúdo desses dois copos; você verá que a água rapidamente flui para fora do copo pela ação da gravidade, enquanto que o xampu demora mais tempo para escoar do copo, ou seja, resiste mais à ação de virar o copo, no caso, resiste mais a ação da força gravitacional que puxa os corpos para baixo. A viscosidade é uma propriedade que demonstra exatamente isso, o quanto um líquido é resistente à uma força aplicada.

Por que é importante que o xampu e muitos outros produtos sejam mais viscosos? Imagine se o xampu fosse pouco viscoso e se comportasse como a água; na primeira vez que alguém fosse abrir o frasco, existiria uma maior chance de desperdício do xampu porque o mesmo escoaria de lá mais facilmente. Em outras palavras, não teríamos muito controle sobre ele.

Há outros ingredientes que são adicionados à fórmula do xampu de modo a incrementar a viscosidade do produto, como o cloreto de sódio (NaCl), muito conhecido como sal de cozinha. Não se trata apenas de adicionar cloreto de sódio e o xampu se tornar viscoso, pois há concentrações certas para isso. Uma das funções da viscosidade é também criar uma sensação de confiança nos consumidores, em outras palavras, um produto viscoso fornece ao produto uma aparência de mais efetivo do que um produto menos viscoso ou mais diluído.

Percebe-se até então que na fórmula de um produto podem ter mais de um ingrediente para realizar a mesma função. O contrário também ocorre, quando um único ingrediente pode realizar várias funções. O EDTA se encaixa neste caso. Uma de suas funções é ser um agente sequestrante, pois é capaz de se ligar com metais e logo retirá-los do meio. Essa propriedade é essencial principalmente em regiões onde a água é dura.

Como assim água dura? A água pode ser dura sim, mas não no sentido de ser rígida como no seu estado sólido, a água pode estar no estado líquido e ser dura. A denominação água dura simplesmente se refere às águas que contêm íons de cálcio, magnésio e, às vezes, ferro (II). É possível observar a ação desses íons na formação de um sólido esbranquiçado em chuveiros ou torneiras.

Esses íons são comuns nas águas, contudo se ultrapassam uma certa concentração podem atrapalhar seu banho ao não permitirem que a espuma do xampu ou sabonete que você usa não se forme. Por isso a adição de EDTA é desejável e será muito útil em cidades cujas águas são duras, assim o EDTA retira do meio esses íons que não bloqueiam a espumação.

O EDTA não possui somente a função de sequestrante, como citado acima. Desde a sua preparação até o chegar na sua casa, o frasco de xampu pode levar desde semanas até meses, mais ainda se estiver vindo de outra cidade, estado e talvez até de outro país. Será que o xampu pode perder suas propriedades nesse tempo?

Só pelo fato de existir um prazo de validade em sua embalagem, é de se considerar que o xampu tem um tempo de vida útil, passando a ter sua função comprometida após esse período. Contudo, a resposta para essa pergunta é não, pois para fazer com que dure bastante tempo (tempo suficiente para ser transportado e comprado), o xampu tem componentes que o protegem de ser meio de contaminação por micro-organismos; as substâncias responsáveis por isso se chamam conservantes.

Intuitivamente, associamos o nome dessas substâncias com suas funções. Conservantes são substâncias que conservam ou permitem que algum produto não desenvolva micro-organismos durante a fabricação ou quando estiver estocado, assim poderá evitar que os consumidores não se contaminem com produtos vencidos que podem vir a serem vetores de doenças.

O EDTA é um tipo de conservante, porém não é o único; juntamente com ele, neste exemplo de formulação, há o *sodium benzoate* (benzoato de sódio), *sodium citrate* (citrato de sódio) e o *Kathon GC*, sendo cada um responsável por preservar o produto contra diferentes tipos de micro-organismos. Por exemplo, o *Kathon GC* ou *methylchloroisothiazoline* é usado contra bactérias de diferentes estirpes, gram-positivas ou gram-negativas, além de atuar também em fungos.

Outra característica importante do xampu é o seu pH. O *citric acid* ou ácido cítrico é uma substância adicionada ao xampu para diminuir o pH até o grau necessário para que a limpeza ocorra da melhor maneira.

Tudo isso falado até agora pode ser muito esclarecedor para se saber o que um xampu possui e quais são as funções de cada componente. Por outro lado, geralmente, nada disso é levado em conta na hora de escolher um frasco. Você já imaginou um xampu só com os ingredientes necessários, porém opaco e sem cor? E mais, sem todo aquele aroma agradável?

Realmente é uma situação inusitada nos imaginar usando produtos sem esses atributos, pois em muito valorizamos o aspecto e o cheiro do que vamos aplicar em nós mesmos. Por isso, dois ingredientes que não contribuem para a função de limpeza dos cabelos, mas que fazem toda a diferença para nós, são essências na formulação de um xampu. São eles o corante e a fragrância.

Os corantes permitidos se encontram listados na Resolução nº 79/2000, porém nem todos podem ter contato com as mucosas, olhos ou ter contato por muito tempo com pele e cabelos por serem derivados de metais tóxicos, óxidos e sais. A fragrância, por outro lado, é feita por composto orgânicos voláteis, ou melhor dizendo, substâncias líquidas que facilmente passam para o estado gasoso e, assim, podemos sentir seu odor.

Finalmente, podemos compilar as informações abordadas na tabela nesse tópico e relacioná-las com cada ingrediente do nosso xampu fictício, como apresentado na tabela 6.

Tabela 6 - Ingredientes de xampu de limpeza profunda e suas respectivas funções.

Ingredientes	Função
Sodium laureth sulfate	Surfactante primário
Sodium lauryl sulfate	Surfactante primário
Cocamide MEA	Surfactante secundário

Cocamidopropyl betaine	Surfactante secundário
Glycerin	Controle de viscosidade
Fragrance	Fragrância
Citric acid	Ácido para ajustar pH
Sodium citrate	Conservante
Sodium chloride	Controle de viscosidade
Colors	Corante
Sodium Benzoate	Conservante
Tetrasodium EDTA	Conservante
Preservative (Kathon CG)	Conservante
Water (água)	Solvente

13. Xampus não são todos iguais?

Escolher um xampu pode levar em consideração diversos critérios e, sem dúvida, o preço é um dos principais. Por que será que xampus destinados ao mesmo tipo de cabelo, porém de marcas distintas, possuem preços tão distintos? Será que a composição deles é tão diferente assim de modo que o preço também o seja?

Vejamos alguns rótulos de xampu retirados de produtos reais vendidos no mercado brasileiro e que estão compilados no Apêndice 1.

Nessa tabela, escolheram-se produtos que são facilmente encontrados nos mercados e são destinados a cabelos normais. Separamos os ingredientes dos xampus e relacionamo-nos às suas principais funções, pois é comum um ingrediente de um xampu possuir mais de uma função.

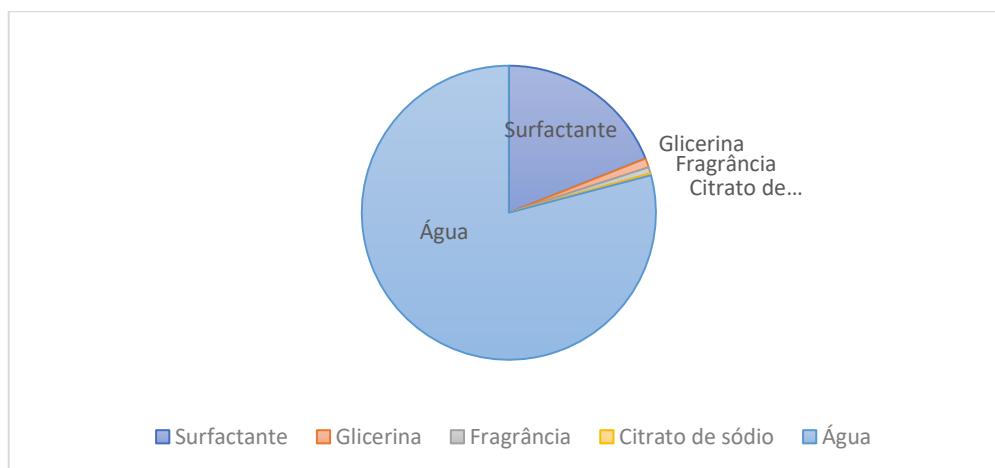
É interessante observar que tanto na Tabela Comparativa dos Xampus como na tabela 6, que correlaciona os ingredientes do xampu de limpeza profunda e suas funções, podemos observar que alguns dos ingredientes coincidem em ambas. As substâncias que marcam presença em todos os xampus listados são o ácido cítrico (citric acid) utilizado para corrigir o pH, os conservantes Kathon CG (*methylchloroisothiazoline*) e o EDTA que aparece presente na forma tetra ou disódica (4 e 2 sódios, respectivamente). O cloreto de sódio (*sodium chloride*) para corrigir a viscosidade também aparece nos xampus. Além deles, há também a presença de mais de um tipo de surfactante sendo um deles comum nos xampus 1, 2 e 3, o lauril éter sulfato de sódio (*sodium laureth sulfate*) e a *cocamidopropyl betaine*.

Há muitas similaridades entre esses produtos, mas podemos perceber que uma característica marcante os difere: o preço. Na tabela 5, discutimos que quatro dos 14 ingredientes lá presentes eram surfactantes. Somando todas as porcentagens de surfactante temos um total de 19% do conteúdo do frasco de xampu. Depois da água, os surfactantes se destacam por terem uma porcentagem bem expressiva, enquanto que a quantidade do restante dos ingredientes é muito pequena comparada com estes dois.

Se a maior parcela do conteúdo do frasco de xampu é o surfactante e a água, por que há uma significativa diferença de preços entre os xampus? Poderia-se afirmar que alguns xampus são importados e que tem maior qualidade, justificando serem mais caros. Contudo, um frasco do xampu 4, nos Estados Unidos, por exemplo, é cerca de 3 dólares, considerando a cotação do dólar à aproximadamente R\$ 3,50, custaria então cerca de R\$ 10,50, valor próximo do xampu 1 que é mais simples. Obviamente, isto está atrelado aos impostos que pagamos que encarecem os produtos importados e não à sua qualidade em si; portanto, avaliar a qualidade de um produto somente pelo seu preço pode não ser uma boa estratégia.

Os principais surfactantes nos quatro xampus são os mesmos, que são os “laureth sulfates” ou lauril éter sulfatos, mudando apenas os cátions que a eles estão ligados; nos três primeiros xampus é o sódio e no quarto xampu é o íon amônio.

Figura 21 - Composição aproximada de um xampu.



Fonte: acervo próprio.

Com todos esses recursos apresentados, fica a reflexão: se os maiores constituintes do xampu são água e surfactante, vale a pena pagar mesmo tão caro por um xampu que possui o mesmo tipo de surfactante que o de uma outra marca mais barata? A resposta vai depender muito do que se almeja como resultado estético,

porém uma garantia é certa, tanto uma marca barata, quanto uma cara cumprirão a mesma função, que é limpar o cabelo.

Antes de terminar este tópico, vamos contar uma breve história.

Um rapaz estava jogando uma partida de futebol no campo do bairro, um campo simples daqueles de terra batida. No meio da partida uma chuva forte começou a cair, mas isso não desanimou o pessoal que estava no campo de continuar jogando aquela partida. Independentemente de quem ganhasse, um resultado era certo: quando esta partida terminasse todos estariam iguais porcos que rolaram na lama. Chegando em casa, o tal rapaz queria apenas tomar aquele banho para depois descansar da partida acirrada com seus amigos, mas se deu conta que seu xampu tinha acabado no dia anterior e se fosse no mercado daquele jeito não seria bem visto. Então, ele vasculhou a casa inteira a procura de algo que pudesse substituir o xampu; foi quando, de repente ele olhou para a garrafa de detergente na cozinha e pensou “Por que não?”. Foi então que ele lavou seu cabelo com detergente e, para sua surpresa, ficou com seu cabelo limpinho e com cheirinho de limão.

Parece uma ideia grotesca usar um produto destinado a limpar sujeira de restos de alimentos de pratos e panelas em nosso cabelo, mas será que tem tanta diferença assim? A composição de um detergente de cozinha é, basicamente, água, surfactantes (lauril éter sulfato de sódio e linear alquil benzeno sulfonato de sódio), conservantes, espessantes, corantes e fragrâncias. Esta composição parece muito familiar, pois é bastante similar à composição de um xampu. Os dois primeiros ingredientes o lauril éter sulfato de sódio e o linear alquil benzeno sulfonato de sódio são os surfactantes; a glicerina atua controlando a viscosidade; a fragrância fornece um aroma ao produto e os espessantes deixam o produto mais viscoso. Além disso, há o corante que fornece cor e a água onde todos os outros ingredientes se encontram formando uma única mistura.

Portanto, o rapaz ao pensar em lavar o cabelo com detergente teve um pensamento de certa forma coerente, tendo em vista que as composições de ambos

são muito similares. Obviamente, ele não poderia esperar um cabelo macio, sedoso e com uma fragrância mais agradável, mas seguramente seu cabelo realmente deve ter ficado limpo.

14. Primeiro o xampu depois o condicionador

Quando se lava o cabelo apenas com o xampu, além de limpo e com cheiro agradável, o cabelo se torna mais macio do que antes da lavagem. Vimos que esse produto se trata de uma composição entre surfactantes, água e outros aditivos e que nenhum dos componentes que visualizamos era responsável por essa maciez. Na realidade, não exploramos as substâncias responsáveis por fornecer tal maciez aos cabelos, os agentes condicionantes.

Atualmente, usamos o condicionador com a finalidade de deixar o cabelo mais macio e fácil de pentear, porém muito antes de existirem condicionadores no mercado, aplicavam-se substâncias como óleos extraídos de plantas nos cabelos e que davam efeitos estéticos parecidos. O advento de produtos industrializados para se obter esses efeitos no cabelo tem como marco o início do século XX, quando foi criado um produto com objetivo de amaciar barbas e bigodes pelo francês Edoard Pinaud, chamado de Brillantine. Em seguida, na década de 1970, começaram a ser comercializados o que conhecemos hoje por condicionador.

O que faz o condicionador fornecer essas características estéticas ao cabelo? Precisamos recordar que os surfactantes aniônicos, presentes nos xampus, retiram a camada oleosa de sujeira dos fios. Neste processo além da camada externa de lipídios, esses surfactantes podem remover lipídios mais profundos, deixando o cabelo com aspecto bem ressecado. Neste sentido, o condicionador ou os agentes condicionantes do xampu são uma solução para este ressecamento, pois repõem uma nova camada protetora aos fios e permitem que o cabelo fique mais fácil de pentear. O que pode ter nessa camada dada pelo condicionador que facilita o cabelo ser sedoso?

Na tabela 7, apresentamos um exemplo de formulação para um condicionador.

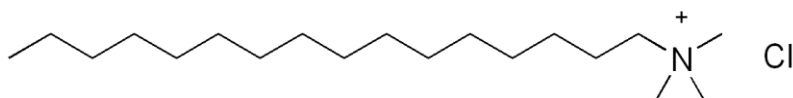
Tabela 7 - Ingredientes de um condicionador simples.

Ingredientes	Porcentagem (%)
Centrimonium chloride	1
Cetyl alcohol	2,5

Thickening gum (hydroxy ethyl cellulose)	0,5
Fragrância	0,2
Conservante	0,5
Água	Completa-se para 100%

O *centrimonium chloride* ou cloreto de centrimônio é um surfactante catiônico, ao contrário do surfactante aniônico que possui uma carga negativa, este outro surfactante possui uma carga positiva e uma grande cadeia de carbonos como mostra sua estrutura na figura 22. O cabelo, em presença de água, possui uma predominância de cargas negativas ao longo de sua estrutura; ao se aplicar o condicionador, o surfactante catiônico se liga à estrutura do cabelo através da região que possui carga positiva, deixando a parte apolar da cadeia carbônica voltada para fora. Esta porção cria uma camada no cabelo que lubrifica e, portanto, deixa os fios sem atrito, dando a sensação de maciez, facilidade ao pentear e brilho.

Figura 22 - Estrutura do cloreto de centrimônio.



Fonte: acervo próprio.

O *cetyl alcohol* ou o álcool cetílico é um surfactante secundário que auxilia o cloreto de centrimônio (surfactante primário) em sua função. Este é um álcool interessante, pois ao contrário do etanol que possui apenas dois carbonos em sua estrutura, o álcool cetílico possui 16 carbonos, fazendo com que este álcool não seja solúvel em meios polares como, por exemplo, o etanol é.

É perceptível que o condicionador tem um aspecto mais viscoso e espesso que o xampu. Sua composição ajuda muito a entender o porquê disso, levando-se em consideração ainda que se adicionam substâncias com a função específica de espessar a mistura. Traduzindo *thickening gum (hydroxy ethyl cellulose)* temos algo como goma espessante (hidróxietilcelulose).

Assim como no xampu, há substâncias no condicionador responsáveis pela fragrância e outras que são conservantes. Além disso, a água também tem composição majoritária neste produto. Este exemplo da tabela 8 apresenta um condicionador simples, mas há diversas formulações de condicionador podendo conter substâncias que não abordamos aqui. Para terminar esse tópico de

ingredientes, escolhemos dois agentes condicionantes que costumemente aparecem em xampus e condicionadores, a dimeticona e o polyquaternium.

DIMETICONA (DIMETHICONE)

A dimeticona ou *dimethicone* (em inglês) é uma designação mais comum para o polidimetilsiloxano, uma substância com muitos usos nos produtos industrializados, principalmente os produtos de beleza, como hidratantes de pele. Possui variadas funções como agente anti-espuma e condicionante, além de ser usado para proteção da pele. A dimeticona é um tipo de silicone; essa classe de substâncias e materiais pode ser empregada em vários usos por ser um material inerte, e possui um caráter altamente hidrofóbico, sendo esta a característica que auxilia junto com o surfactante a diminuir o atrito entre os fios de cabelo.

POLYQUATERNIUM

Aprendemos que o nitrogênio faz apenas 3 ligações, mas os átomos deste elemento têm um par de elétrons livre que pode ser utilizado para mais uma ligação. Com esta quarta ligação vem a densidade de carga positiva, pois a densidade eletrônica em torno do átomo de nitrogênio se torna menor, resultando em um caráter mais positivo.

Os sais quaternários de amônio ou “*quats*”, como são conhecidos os compostos em que o nitrogênio faz quatro ligações é muito comum na indústria de produtos de limpeza e de cosméticos. O *polyquaternium* é uma substância que possui vários nitrogênios quaternários. No caso dos condicionadores, todas as cargas positivas oriundas do nitrogênio são atraídas pelas cargas negativas que se encontram no cabelo deixando a parte apolar da molécula voltada para fora, criando uma espécie de capa protetora nos fios.

Com todos os seus componentes apresentados e devidamente explicados, podemos aqui compreender como o condicionador age nos fios de cabelo. De um lado, temos o surfactante aniônico do xampu que retira a sujeira oleosa dos cabelos; de outro, temos o surfactante catiônico que repõe juntamente com outros compostos oleosos do condicionador uma capa desse mesmo teor para os fios, deixando-os macios e brilhantes. Se um serve para limpar o outro, como podem existir xampus 2 em 1?

Os xampus 2 em 1 atendem uma demanda diferente, para pessoas que têm interesse na praticidade que um só produto pode oferecer. Essa tecnologia só foi introduzida a partir da década de 1980 e consiste em separar as cargas opostas dos surfactantes aniônicos e catiônicos por um polímero de silicone. O polímero de silicone envolve o surfactante catiônico, criando uma camada que se liga fracamente ao surfactante aniônico presente no frasco. Ao entrar em contato com a água, essas duas estruturas se separam e o polímero de silicone juntamente com o surfactante catiônico precipitam nos fios dando o efeito de condicionador.

Se formos pensar ainda mais, veremos que os xampus já possuem um pouco do caráter 2 em 1, pois comumente encontramos xampus com agentes condicionantes o que permite que o cabelo não fique tão ressecado com o uso.

15. *Nem só de xampu vive o homem*

Atualmente existem pessoas aderindo ao estilo “*No-poo*”, expressão do inglês utilizada para designar o não uso do xampu; ou “*Low-poo*” para aqueles que ainda utilizam o xampu, porém com menor frequência. Além disso, há a expressão “*co-washing*” que se refere à lavagem do cabelo apenas com o condicionador. É interessante entender o porquê muitas pessoas, depois de tanto tempo, têm aderido ao hábito de não usar mais o xampu. Na internet, comumente se encontram matérias de revistas e sites próprios para o tema e a motivação aparente para essa mudança de hábitos é o receio de aplicar diariamente muitas substâncias químicas presentes no xampu que lhes são desconhecidas; até mesmo a preocupação ambiental é ressaltada nessa troca e que discutiremos melhor no próximo tópico.

Como exemplo, uma reportagem da revista Marie Claire mostrou os efeitos da prática *no-poo* no cabelo de uma jornalista da própria revista. Ela descreve que sua decisão de abolir o xampu industrializado vem da preocupação com o estado que se encontrava esteticamente seu cabelo, além de procurar alternativas aos derivados de petróleo. Neste caso ela faz referência aos surfactantes, que são produzidos a partir de hidrocarbonetos de cadeias carbônicas longas e oriundos do petróleo (GONZÁLEZ, 2016).

Com a frequência de uma vez por semana, a jornalista experimentou uma das receitas caseiras que consistia na combinação de bicarbonato de sódio e vinagre. Segundo relata, após aderir à prática de não lavar seus cabelos todos os dias, a jornalista percebeu que seu cabelo ficou com aspecto muito melhor e acabou por

aprovar o uso a mistura. O procedimento que a mesma utilizou foi bem simples: diluir uma colher de bicarbonato de sódio em um copo com água e aplicar no cabelo. Após esta etapa, ela aplicaria o vinagre também diluído usando o mesmo volume de água. Ao final, a jornalista garantiu que o cheiro de vinagre não permanece muito tempo e some após o cabelo secar (GONZÁLEZ, 2016).

Não há na literatura científica atualmente algum estudo que comprove que estes produtos funcionem como agentes de limpeza. Contudo, o que se pode afirmar é que estas substâncias têm efeito sob pH e tal fato afeta o aspecto dos fios de cabelo.

O pl (ponto isoeletrônico) do cabelo é cerca de 3,67; em valores de pH menores que o pl, o cabelo fica mais carregado positivamente; já em pH maior que 3,67, o cabelo fica com excesso de cargas negativas. O primeiro passo desta receita caseira é a aplicação de uma solução de bicarbonato de sódio, que em contato com a água basifica o meio, aumentando assim o pH.

Portanto, a aplicação de uma solução de bicarbonato de sódio contém um pH maior que o pl do cabelo, isso resultará em uma maior repulsão entre as escamas do cabelo, conseqüentemente, haverá uma maior fricção entre os fios de cabelo. O segundo passo é aplicar a solução de vinagre que contém o ácido acético que irá diminuir a repulsão de cargas negativas no cabelo e selará as escamas da cutícula devido ao seu pH ser ácido. É evidente que substâncias como essas podem modificar a estrutura do cabelo ao proporcionar troca de cargas com a alteração no pH. Contudo, não é possível afirmar que unicamente a alteração de pH é capaz de unicamente limpar a sujeira do cabelo como um surfactante assim o faria.

Em uma reportagem do site M de Mulher, também aborda essa troca de produtos industrializados por receitas caseiras, citando o combo bicarbonato-vinagre como uma alternativa. Neste texto, fala-se que a principal motivação que leva as pessoas a fazerem esta troca seria o potencial cancerígeno dos surfactantes como o lauril sulfato de sódio ou lauril éter sulfato de sódio (MULHER, 2014). A Anvisa, em uma nota, desmistifica essa afirmação, enfatizando que não há estudos científicos que comprovem esse fato e que mesmo importantes organizações como o IARC (*International Agency of Research on Cancer*, Agência Internacional de Pesquisa ao Câncer) não atestam a veracidade do potencial cancerígeno desses surfactantes.

Uma alternativa ao xampu, que vem ganhando destaque por prometer ser menos agressivo, é o xampu a seco. Este produto também promete limpeza, porém com a vantagem da fácil aplicação e rapidez na ação. Segundo uma reportagem da

Wired, site de notícias, o mecanismo do xampu à seco é de apenas absorver a matéria oleosa do cabelo sujo, sem remover de fato a sujeira (SNEED, 2015). Ao avaliarmos a composição de um xampu à seco, pode-se concluir que faz sentido este produto não ter potencial para remover a sujeira, pois possui substâncias que tem potencial apenas de absorver os compostos graxos do cabelo como o talco. Com certeza, trata-se apenas de uma alternativa que pode dar um efeito estético melhor, porém sem de fato fazer uma limpeza como o xampu faz.

Como se pôde notar, há estilos e alternativas aos xampus e provavelmente citamos aqui poucas dessas alternativas em relação ao número que realmente existe atualmente. Essas possibilidades podem ter um resultado positivo para o usuário, porém é sempre recomendado que se busque amparo em estudos científicos antes de se difundir alguma informação, pois o que pode ser útil para um pode ser prejudicial ao cabelo de outro.

No próximo tópico, abordaremos um assunto que também pode pesar na escolha de se usar xampu todos os dias e apesar de ser um assunto muito comum atualmente, há pouca preocupação por parte de governos e da sociedade brasileira. Poderemos perceber que fazemos muito a diferença para os rumos que o planeta está se encaminhando.

16. Meio Ambiente

Apenas 40% do esgoto brasileiro é tratado, segundo dados do Instituto Trata Brasil. O principal objetivo de se investir em saneamento básico, tratamento de água e esgoto, é a preocupação com a saúde pública, beneficiando setores como o econômico, trabalhista, turístico entre outros. Além desta situação há um agravante, o tratamento de esgoto não remove todas as substâncias químicas nocivas ao meio ambiente e à saúde humana em seus procedimentos.

Podemos observar que, todos os dias, despejamos nas pias e ralos de nossas residências uma enorme quantidade de substâncias químicas. O uso dos xampus e condicionadores é um exemplo deste tipo de descarte, uma vez que ele apresenta várias substâncias químicas, sendo que algumas, como os surfactantes, podem prejudicar o equilíbrio de corpos aquáticos.

Segundo estudos da Universidade de Yale, as aminas quaternárias presentes em vários produtos de limpeza, inclusive no xampu e condicionador, podem dar origem à nitrosaminas que são substâncias classificadas pela Agência de Proteção

Ambiental do Estados Unidos (EPA, em inglês) como prováveis causadores de câncer.

Além disso, os surfactantes também têm potencial de prejudicar plantas e animais aquáticos ao aumentar o crescimento de algas e se bioacumular em tecidos de peixes. A poluição por detergentes gera uma enorme quantidade de espuma na superfície das águas, o que bloqueia a passagem de luz e pode diminuir a quantidade de oxigênio dissolvido na água, podendo levar à morte de espécies aquáticas de plantas e animais.

Levando-se em consideração esses fatos, as substâncias químicas que são nossos resíduos diários e o tratamento de esgoto que temos à nossa disposição, podemos começar uma importante reflexão sobre nossos hábitos e as consequências dos mesmos. É importante que um estudante busque ter uma postura que se preocupe também com os impactos de suas atitudes. Neste caso, comprar um xampu não implica apenas em um único fim, o da limpeza dos cabelos, pode também abranger uma série de consequências para o meio ambiente.

16.1. Um caso real

Uma reportagem de um jornal de Campinas e região de setembro de 2016, Correio Popular, mostrou que uma barragem que seria construída no Rio Camanducaia, que passa pela cidade de Amparo, e que seria usada para fins de abastecimento da população daquela região, foi vetada devido às altas concentrações de fósforo nas águas do rio (COSTA, 2016). De onde poderia estar vindo todo esse fósforo?

A contaminação das águas por fósforo pode ser atribuída principalmente a fertilizantes, que são produtos usados para nutrir o solo e são escoados dos solos até os rios e lagos. Outras fontes são descartes industriais, além de ser comumente encontrado em detergentes de cozinha, nos quais atua como amolecedor da água, retirando íons cálcio e magnésio que formam a água dura. O fósforo nesses produtos pode ser encontrado na forma do íon ortofosfato ou em formas poliméricas que podem facilmente se converter a outros tipos de ortofosfatos catalisados por micro-organismos ou apenas estando em água.

O excesso de fósforo, principalmente em forma de fosfato, pode dar origem a uma situação na qual há o excesso do crescimento de algas em lagos e rios, alterando

assim o equilíbrio daqueles ambientes. Este é um processo natural chamado de eutrofização, mas que vem sendo cada vez mais estimulado pela ação humana.

Percebe que a presença de uma quantidade exagerada de apenas um tipo de íon pode acarretar um grande desequilíbrio ambiental? Na situação xampu versus a mistura bicarbonato e vinagre, apesar de não fazer a limpeza como um xampu faria, é inegável que a mistura bicarbonato-vinagre despeja no meio ambiente uma carga de substâncias químicas muito menor do que um xampu que, possui uma gama de ingredientes muito maior.

Levando-se em consideração esses fatos, será que nós deveríamos mudar nossas condutas como, por exemplo, usar menos ou não usar xampu? Ou o saneamento deveria ser melhorado, além do investimento que deveria realizado para atingir o saneamento no país inteiro, será que deveria se investir em mais tecnologias para se tratar mais tipos de efluentes (rejeitos oriundos das casas, indústrias e outras fontes que escoam para o meio ambiente)?

Alternativas mais baratas são mais bem vistas. Portanto, se usássemos menos xampu, de certo, já diminuiríamos a carga de surfactante e outros compostos no esgoto. O ponto principal aqui é a consciência sobre nossas ações, costumes, valores em relação ao meio ambiente e aos outros.

É sempre válido esclarecer que não estamos buscando estimular o uso de alternativas amplamente divulgadas pelos meios de comunicação como a internet, pois não possuem o suporte científico que comprovem sua eficácia. O que se pode refletir, por agora, é a diminuição da carga despejada. Será que usar o xampu e condicionador todos os dias é realmente necessário? Entendemos que a resposta para essa pergunta não é exata, pois há uma variedade de condições que devem ser consideradas, como os próprios hábitos de cada indivíduo.

Em suma, a preocupação ambiental não se resume ao uso do produto, abrange também nossos comportamentos e escolhas. É essencial compreendermos o que estamos usando, conhecendo sua origem, seja um xampu, um detergente, uma peça de roupa, uma maquiagem ou qualquer outro item, de modo que possamos também compreender os reais impactos que poderíamos estar causando ao meio ambiente.

5.4. Considerações sobre o texto da higiene capilar

Dentro da temática da higiene capilar, é possível explorar mais os conhecimentos relacionados à Química, pois é notável que a mesma é uma temática rica em conceitos químicos. A constituição do cabelo, seu formato, o efeito da variação do pH em sua estrutura já são conhecimentos químicos que podem ser abordados sem que contar com a higiene ainda. Junta-se a estes conhecimentos o conceito das interações intermoleculares quando se começa a abordagem da higiene capilar, pois está diretamente relacionado à função de remover a sujeira do xampu.

É importante, contudo, não iniciar a abordagem de uma aula que utilize essa temática com os conceitos técnicos da mesma, mas construir um roteiro que explore o tema da higiene capilar. Questionar os estudantes, por exemplo, por que se utiliza sempre xampu e condicionador na lavagem do cabelo, pode ser um exemplo de começo bastante interessante para construção de uma discussão. A partir das respostas dos estudantes, as quais o professor já espera delinear um caminho sobre, pode-se continuar a desenvolver o tema.

Apesar de nossa aplicação ter sido realizada em uma disciplina do ensino superior, em uma aula destinada a explicar as interações intermoleculares, por exemplo, acreditamos que o potencial de uso deste material pode ser destinado também ao ensino médio como forma de introduzir o conceito de interações intermoleculares.

Elaboramos, inicialmente, uma reflexão sobre o tema proposto, com intuito de ressaltar o papel do professor na condução de uma educação que crie um pensamento crítico acerca dos fenômenos do dia a dia nos alunos. Toda esta explanação apresentada neste tópico inicial gira em torno do questionamento “como educar se não existe um processo definido?”. Enquanto não existe este processo definido, é preciso que haja fontes de informações que trabalhem juntamente com o pensamento crítico para que se chegue em alguma conclusão.

Quais perguntas poderiam ser feitas sobre a higiene capilar? Pensando nesta indagação, elaboramos tópico no texto que serve como um preâmbulo do que se abordará no texto e como se construirá a discussão sobre tema. Além do mais, buscávamos mostrar como existem uma série de questões que podem instigar a curiosidade sobre o tema higiene capilar. Primeiramente, procuramos guiar a discussão para a variedade de produtos que existe para o cabelo; em seguida,

abordamos o uso do xampu e condicionador como sendo os mais comuns e os pontos onde focaríamos nossa abordagem. Exemplos dessas perguntas são: O que tem no xampu? Como interage com os cabelos? Do que é feito o cabelo?

À medida que essas perguntas fossem respondidas, outras iriam surgir de modo que mostrassem uma ordem de evolução do tema. Por esse motivo, o foco não era esgotar o tema respondendo às perguntas nesta introdução do texto, mas demonstrar que há uma variedade de questões que podem ser exploradas, principalmente no ensino em Química.

É de conhecimento geral que o grande propósito dos xampus é a limpeza dos cabelos. Em alguns trabalhos que exploram esse tema, é comum nos depararmos com uma abordagem mais superficial sobre o mesmo, as quais se limitam a apresentar a sujeira apenas como uma camada hidrofóbica uniforme que recobre os fios de cabelo. O surfactante presente nos xampus é o componente que tem capacidade de atuar em meio hidrofílico e hidrofóbico e esses dois, sujeira e surfactante, interagem com suas devidas porções apolares formando micelas que seriam removidas pela água.

Em todo este processo, há que se considerar melhor a importância das interações intermoleculares. Compreende-se que estas interações estão intrinsecamente envolvidas no cotidiano, porém não são bem exploradas e conectadas com a vivência dos alunos. Possivelmente, este conteúdo gera dificuldades, pois exige um domínio maior de conceitos pertinentes à outras áreas da ciência. Nesse sentido, identificamos que o tema de higiene capilar tem potencial para ser usado como instrumento na interdisciplinaridade do conteúdo de interações intermoleculares.

Contudo, antes de poder abordar como se dá o processo de limpeza dos cabelos ou como as interações intermoleculares estão intimamente envolvidas no mesmo, foi preciso construir uma boa compreensão da constituição do cabelo, pois não se trata de uma estrutura inerte aos processos que lhe ocorrem. Desta forma, buscamos no texto uma proposta que fizesse um estudante se questionar qual seria a constituição do cabelo que, apesar de uniforme sob um olhar macroscópico, possui uma estrutura feita por células achatadas e sobrepostas umas às outras. Depois de serem apresentados alguns fatos biológicos sobre o cabelo, foi introduzida uma visão mais química sobre assunto, agora explorando a composição proteica dessas células.

O processo pelo qual as células do cabelo perdem suas funções e se tornam mais enrijecidas se chama queratinização e consiste na inserção de queratina nas células (ROBBINS, 2012). Estas informações foram utilizadas como gancho para abordagem do conteúdo de proteínas e aminoácidos, os quais são essenciais quando se estuda a estrutura capilar. Além de serem a composição primária da mesma, são estas moléculas que sofrem diferentes modificações através de procedimentos estéticos aplicados no cabelo.

O uso de analogias no ensino de ciências é bastante corriqueiro, porque pode facilitar a assimilação do conhecimento pelos estudantes (JUSTI e MENDONÇA, 2008). Com os conceitos de proteínas e aminoácidos devidamente abordados, ressaltamos a importância do aminoácido cisteína, tendo em vista que está presente em grande quantidade no cabelo. Além disso, após a explanação sobre a cisteína, discutimos sobre as ligações dissulfeto geradas entre esses aminoácidos e que estão presentes nas conexões entre as cadeias proteicas dos fios de cabelo. Esta é uma das primeiras abordagens sobre interações, no caso, ligações covalentes, e como estas podem influenciar no formato do cabelo.

Exploramos melhor a influência das ligações dissulfeto, no qual discorremos sobre as causas que levam a diferenciação entre os cabelos diferentes, do enrolado ao liso. Os motivos da diferenciação entre cabelos lisos e enrolados é discutido em trabalho de Miranda-Vilela e colaboradores (2014) e apesar de não estar elucidado um mecanismo exato para este processo, há dois fatores que podem contribuir para tal: o formato do folículo capilar (aspecto biológico) e a composição química das células capilares (aspecto químico).

Seguindo a ordem proposta nesta metodologia, discorremos sobre a constituição da sujeira que se acumula na estrutura capilar para que, posteriormente, fizéssemos uma conexão com as interações intermoleculares discutidas no tópico “As forças que estão em todo lugar”. A principal ideia nesse tópico da sujeira era explorar mais profundamente sua constituição, não a tratando como simplesmente uma camada oleosa, mas o que está por trás dessa percepção em termos de composição química. Por isso, começamos comentando sobre a camada lipídica natural do cabelo composta pelo ácido 18-metil-eicosanoico (18-MEA), que é ligada covalentemente a um enxofre oriundo de uma cisteína.

Na sequência, mostramos que a esta camada lipídica se acumula outras substâncias, que podem vir tanto do meio externo quanto do acúmulo de substâncias

presentes nos próprios produtos cosméticos, como óleos, polímeros, ácidos graxos, entre outros. Portanto, evidenciamos que, mesmo com intuito de limpeza, podemos também estar auxiliando a reunir mais componentes hidrofóbicos a esta mistura lipídica que se encontra nos fios de cabelo.

A partir deste ponto, começamos a discutir as interações intermoleculares, principalmente, as forças de van der Waals. Explicamos que todas as interações intermoleculares atuam através de forças eletrostáticas entre as espécies envolvidas, porém, como forma de facilitar a identificação de uma força predominante, convencionou-se separá-las em ligações covalentes, ligações hidrogênio, ligações metálicas e forças de van der Waals, dentre outras. Essa sistematização pode levar à confusão de que exista apenas um tipo de força atuando. Contudo, esclarecemos que as interações de van der Waals estão presentes em todas as moléculas, pois essa interação é a soma das forças de orientação e de indução (criadas pelos dipolos permanentes das moléculas) e de dispersão (orientadas pela polarização das moléculas).

É muito comum se abordar as interações intermoleculares para moléculas pequenas como o CH_4 , HCl , H_2O , entre outras, que possuem tipos de interações mais fáceis de identificar e de se trabalhar, o que é, novamente, uma estratégia que não utiliza da vivência do estudante, mas faz o uso de substâncias que o mesmo não tem contato algum (com exceção da água). É fato que a maioria das moléculas que temos contato no dia a dia são moléculas muito maiores e, aproveitando o tema da higiene capilar, podemos expandir esses conhecimentos sobre interações intermoleculares para as moléculas envolvidas nesse processo da limpeza do cabelo. Foi feita uma discussão relativa ao tipo de interação mais proeminente na sujeira, levando-se em consideração seu caráter hidrofóbico. Além disso, em tópico posterior a este, abordamos a interação entre as moléculas da água e a diferença entre essas interações e a interação da camada lipídica da sujeira. Em resumo, mostramos como são as interações entre o cabelo e a sujeira, e entre a sujeira e a água, para ressaltar, ao final, a importância do componente principal do xampu, o surfactante.

Após discutidos esses tópicos, alguns mecanismos de atuação dos surfactantes foram detalhados a fim de aprofundar a aprendizagem de conceitos químicos pertinentes, e não apenas se limitando a mostrar um esquema simples de atuação dos mesmos. Antes de se falar da atuação do surfactante, buscamos contextualizar historicamente o tópico ao apresentarmos a origem do xampu e como

eram alguns hábitos de higiene antes do advento deste produto. Nossa intenção era guiar a discussão de modo a chegar num dos pontos principais do texto, o uso de xampu e condicionador, salientando que os fios de cabelo por si só já demonstram ser um sistema químico.

Sabe-se que a composição de um xampu não se trata apenas de surfactante e água. Nas formulações, há mais substâncias, que têm suas diversas funções e que auxiliam a atuação do xampu no processo de limpeza. Por isso, julgamos importante mostrar o que há na composição desse produto de higiene, ressaltando que não se trata apenas de uma mistura com um cheiro agradável, mas possui uma dinâmica importante entre seus componentes, de modo a garantir a sua função principal.

Primeiramente, buscamos na literatura científica uma formulação de xampu, a qual pudéssemos analisar. Usamos como base a composição fornecida pelo livro *“Chemical and Physical Behavior of Human Hair”* de Robbins (2012), que mostra a composição química de um xampu cuja funcionalidade é exclusivamente a de limpeza. Além disso, procuramos mostrar a porcentagem de cada componente presente e também explicitar quais eram as funções específicas de cada um desses componentes.

Conhecendo a função de cada constituinte da fórmula, pudemos explicar o que são e para que servem as substâncias conservantes, as substâncias que controlam a viscosidade, e aquelas que influenciam no pH. Tratamos também da importância de corantes e fragrâncias para a comercialização desses produtos. É necessário ressaltar que esta composição de xampu é considerada simples, comparando-se com formulações atuais que utilizam uma série de outras substâncias com finalidades estéticas. Consideramos que para atender nosso propósito de explicar a base de um xampu, esta formulação básica era satisfatória.

Em busca de aproximar a proposta mais ainda à realidade, compilamos as informações de quatro marcas de xampu vendidos num mercado comum na seção “Xampus não são todos iguais? ”. Escolhemos quatro marcas de xampu que fossem destinados a cabelos normais e que não tivessem funções adicionais para o cabelo. A tabela que contém esses dados se encontra no Apêndice 1. Ao reunirmos essas informações, procuramos separar cada ingrediente encontrado nos xampus de acordo com sua função, para que pudéssemos observar se há grandes variações entre suas composições e seus preços.

A conclusão que se pôde chegar ao avaliar a tabela foi que os quatro xampus possuíam composições bastante similares, inclusive os surfactantes predominantes eram derivados do *lauryl sulfate* e do *cocamidopropyl betaine*. Apesar disso, o preço se mostrou muito distinto no xampu 4. Algumas explicações para tal fato podem ser devido aos seus componentes adicionais ou, então, à taxação de impostos por se tratar de um produto importado.

Buscamos incrementar mais esta discussão e expandir o alcance da atuação dos surfactantes para além do xampu. Para isso, fizemos uma comparação entre os ingredientes do xampu e de um detergente de cozinha. Enfatizamos no texto que o intuito não era difundir o uso de detergente de cozinha para se lavar o cabelo, porém reconhecer que há semelhanças entre produtos que tem destinação de limpeza bem distintas, mas que seus componentes principais podem ser os mesmos.

Assim como nos xampus, contextualizamos historicamente a origem dos condicionadores. Esses produtos nada mais são do que uma forma de reposição do conteúdo hidrofóbico retirado pelos xampus no momento da limpeza. Apesar de não devolverem os lipídios naturais do cabelo como o 18-MEA, esses produtos possuem polímeros e outras substâncias de cadeias carbônicas longas que auxiliam o cabelo a terem de volta uma camada protetora, que é essencial para não haver atrito entre os fios.

Segundo Robbins (2012), ao ser lavado com o xampu e a sujeira ser removida, os fios de cabelo concentram uma maior rede de cargas negativas, fazendo com que crie uma repulsão eletroestática entre os fios. Dessa forma, as cargas positivas dos surfactantes catiônicos presentes nos condicionadores são atraídas pelos fios, gerando uma capa protetora hidrofóbica sobre os fios.

É muito comum encontrar pessoas que preferem usar alternativas ao xampu e ao condicionador, tais como vinagre e bicarbonato de sódio, acreditando que estarão agredindo menos o meio ambiente e sua própria saúde. Apesar de ser um tema muito difundido atualmente, o tópico meio ambiente parece não ser trabalhado de uma maneira que chame a atenção dos estudantes e que, conseqüentemente, receba a devida atenção. Sempre é reportado que as grandes indústrias são as maiores poluidoras do planeta, esquecendo a responsabilidade individual sobre cada produto adquirido.

Por isso, este tópico procura mostrar a responsabilidade quanto aos resíduos gerados no cotidiano. Esta parte foi propositalmente deixada por último, pois

entendemos que a efetividade da discussão sobre a responsabilidade ambiental implica o conhecimento aprofundado sobre o produto consumido, por isso, esta seria uma boa estratégia para o professor finalizar uma aula seguindo esta proposta. Assim, tendo sido discutidos anteriormente os conceitos químicos envolvidos nesses produtos, bem como seus componentes, entendemos que o professor será capaz de fornecer a seus alunos condições de compreender o impacto e a dimensão que podem ter suas atitudes.

5.5. Aplicação da proposta sobre higiene capilar

Com o material sobre higiene capilar em andamento e reformulação, aplicamos o mesmo em uma disciplina de Química Geral, oferecida aos alunos do curso de Engenharia Mecânica, no Instituto de Química da Unicamp, composta por 36 estudantes.

Preparamos uma aula contextualizada, conforme destacamos na introdução deste documento, que visava explicar as interações intermoleculares através de abordagem da limpeza dos cabelos. Inicialmente, atraímos a atenção da turma sobre os cuidados com os cabelos e o uso do xampu por meio de uma prática que realizam em seus cotidianos. Em seguida, colocou-se a seguinte pergunta como cerne na nossa discussão: “como o xampu limpa nosso cabelo? ”. A partir daí a aula foi guiada através de questões abordadas no material sobre higiene capilar, tais como: qual é a composição da sujeira?; por que a água não limpa o cabelo?

Dentre esses tópicos exploramos como as interações intermoleculares ocorrem e como influenciam as propriedades de solubilidade entre as substâncias. Em seguida, foi apresentada uma formulação de xampu, semelhante à tabela 5, e foram mostradas as funções básicas de cada componente dentro do xampu, enfatizando que 19% da composição total é de surfactantes.

Foi apresentada a tabela 6, cujos surfactantes utilizados são os mesmos e propusemos a seguinte questão: por que a diferença de preços é tão discrepante se o surfactante é o mesmo. Isto foi usado para ressaltar que os preços dos xampus não estão intrinsecamente relacionados com a função do mesmo, que é a limpeza dos cabelos, mas sim, pelos ingredientes acessórios que prometem benefícios estéticos. Além disso, visando o entendimento da função dos detergentes ou surfactantes em outros produtos, comparamos a formulação do xampu com a de um detergente de cozinha, visto que ambos possuem a mesma base de ingredientes - surfactantes e

água. Deixamos claro que não estávamos ali induzindo uma troca do xampu pelo detergente, mas procuramos discutir, apenas, a função do surfactante em ambos os produtos.

Por fim, abordamos a formulação do condicionador e como este devolve a camada hidrofóbica que envolve os fios de cabelo através de seus componentes, também hidrofóbicos, bem como as interações eletrostáticas com os fios de cabelo limpos.

Antes da aula, aplicamos um questionário com três perguntas e um posterior à aula com quatro perguntas, com o objetivo de comparação com a reaplicação posterior do mesmo questionário. Estas questões estão elencadas a seguir:

Anterior à aula

1. Desconsiderando a natureza do seu cabelo (liso, tingido, enrolado, com ou sem tratamentos químicos, etc.), quais são os critérios que você utiliza para escolher um determinado xampu ou condicionador diante de tanta variedade disponível em mercados e lojas de cosméticos?
2. Em sua opinião, como os xampus e condicionadores atuam sobre os cabelos? Em que você se baseou para justificar esse modo de atuação destes produtos?
3. Imagine-se em uma situação onde você tenha que tomar banho e lavar seus cabelos e percebe que não há xampu em seu banheiro. Na impossibilidade de sair e comprar, você decide utilizar algo disponível em sua casa para substituir o xampu. Depois de encontrar sabonete, sabão em barra, detergente e vinagre, qual ou quais destes produtos você escolheria para lavar os cabelos? Explique o que determinou ou orientou sua escolha.

Posterior à aula

1. Em sua opinião, como os xampus e condicionadores atuam sobre os cabelos? Em que você se baseou para justificar esse modo de atuação destes produtos?
2. Você acha que as explicações sobre interações intermoleculares, focalizando a higiene capilar, contribuíram para mudar sua conduta ao escolher e comprar um xampu. Explique.
3. Imagine-se em uma situação onde você tenha que tomar banho e lavar seus cabelos e percebe que não há xampu em seu banheiro. Na impossibilidade de sair e comprar, você decide utilizar algo disponível em sua casa para substituir

o xampu. Depois de encontrar sabonete, sabão em barra, detergente e vinagre, qual ou quais destes produtos você escolheria para lavar os cabelos? Explique o que determinou ou orientou sua escolha.

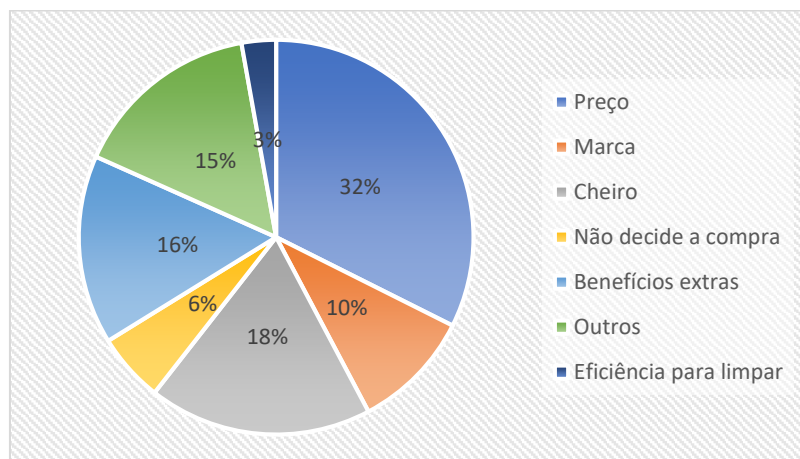
4. Destaque os aspectos que você julgou importantes ou interessantes na aula que você participou sobre interações intermoleculares. Você teria alguma sugestão para melhorar ou implementar aulas deste tipo? Explique.

6. RESULTADOS DA APLICAÇÃO E DISCUSSÃO

1.1. Resultados da aplicação dos questionários

As questões 1 do primeiro questionário e 2 do segundo, foram colocadas para identificar quais os critérios que orientam os alunos na compra de um produto. Após a aula, avaliamos se esta postura se modificou com a proposta e, se mudou, em que pontos. A figura 23 mostra quais são os comportamentos que predominam no momento da escolha de um xampu ou condicionador. O preço (32%) e o cheiro (18%) foram os fatores mais apreciados, seguidos pelos benefícios extras (16%) que esses produtos podem proporcionar, como hidratação do cabelo, por possuir propriedades anticaspa ou por outros benefícios estéticos. Com aproximadamente a mesma porcentagem, foram colocadas escolhas pela praticidade, gênero do produto ou por indicações de terceiros. Uma pequena parcela não escolhe seus produtos na hora da compra (6%), delegando essa tarefa a outros, mostrando uma possível falta de preocupação com os produtos que estão usando.

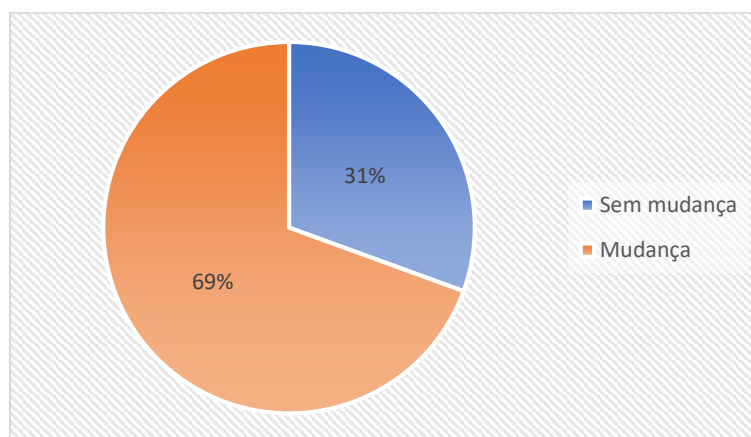
Figura 23 - Gráfico que mostra os critérios mais apreciados para se comprar um xampu e condicionador.



Após a aula, 69% dos estudantes disseram ter mudado em, pelo menos, algum ponto na sua postura quanto aos seus critérios no momento da compra, como mostra a figura 25. Em geral, os estudantes afirmaram que a aula mudou suas perspectivas, pois achavam que o preço estava relacionado à qualidade do produto, o que enfatizamos nem sempre ser uma afirmativa correta. Um estudante afirmou “*Acho que sim, eu imaginava que a diferença de preço influenciasse muito no resultado final, agora sei que não é bem assim, mesmo um xampu relativamente barato cumpre sua função de limpar a sujeira.*”

No entanto, considerar que o xampu mais barato atua de maneira semelhante a um com o preço mais alto pode ser uma afirmação imprecisa, pois depende da necessidade que se busca atender no momento da compra. Por exemplo, os xampus anticaspas atuam com as funções de limpar e aliviar a descamação do escalpo, por esse motivo, podem ter um preço acima do que um xampu convencional. Nestes casos, o professor, sendo o responsável em mediar os questionamentos em sala de aula, deve estar atento para aquelas opiniões inflexíveis como possível objeto de estudo, evitando mal entendimento do que está sendo proposto. Para os que disseram não mudar de opinião, muitos afirmaram que a aula havia corroborado com as posições que já possuíam anteriormente. Exemplo disso foi: *“Não mudaram, pois antes eu pagava o mais barato, agora que a única coisa que varia entre os shampoos não importa, continuarei comprando os mais baratos. Só que com embasamento científico.”*

Figura 24 - Gráfico do questionário posterior à aula que mostra a porcentagem de quantos estudantes disseram ter mudado de postura.



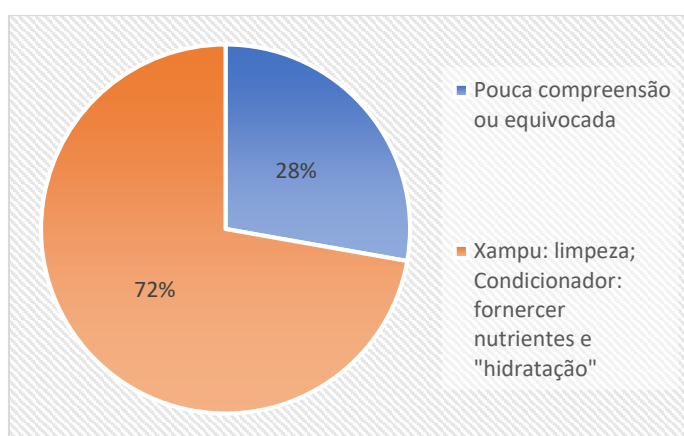
Com a questão 2 do primeiro questionário, buscávamos entender que compreensão os estudantes possuíam sobre as funções do xampu e condicionador e se já entendiam como se dava a atuação dos mesmos. Do total, 72% dos estudantes compreendiam que a função do xampu e condicionador estava relacionada à limpeza e a fornecer algum tipo de proteção ou nutrição, respectivamente, como mostra a figura 25.

Dentre esses 72%, 38% já compreendiam que uma substância constituinte do xampu possui uma propriedade específica para interagir com a sujeira. O estudante 20, por exemplo, comenta *“Devido à sua polaridade o xampu se liga às impurezas e*

a água, possuindo a capacidade de removê-las dos cabelos. Já os condicionadores hidratam o cabelo.”, corroborando o que foi exposto.

Após a apresentação da aula, percebemos um maior engajamento dos estudantes em explicar a atuação dos xampus e condicionadores através da intermediação das moléculas de surfactante. Cerca de 72% respondeu a primeira questão do questionário posterior à aula explicando as características anfifílicas do surfactante e como a diferença de polaridade influencia a interação da sujeira e com a água. Percebemos uma melhora na resposta do estudante 16, supracitado: “Os xampus são compostos de substâncias surfactantes, ou seja, se ligam com a sujeira (apolar) e com a água (polar), possibilitando a retirada da camada de sujeira presente nos fios. Entretanto, esta camada apolar atua como uma “capa” que isola as cargas internas dos fios e evita a repulsão. Por isso, a função do condicionador é repor esta camada apolar, dando maior fluidez ao cabelo”. Percebemos, portanto, uma melhora na descrição da resposta, antes mais vaga e sem citar algum tipo de interação.

Figura 25 - Gráfico das respostas da questão 2 (do primeiro questionário).



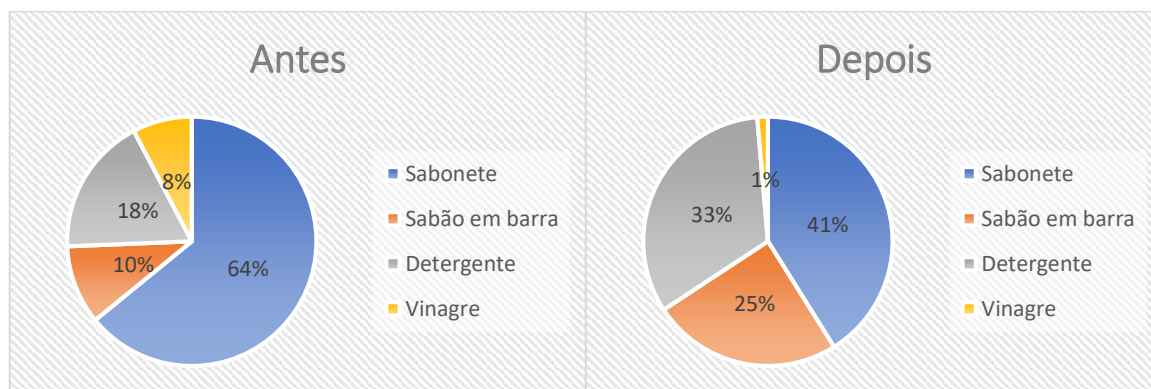
Como mostrado na figura 26, 64% dos estudantes utilizariam o sabonete, apesar deste número ter caído após a aula, ao passo que a quantidade daqueles que citam o detergente e o sabão em barra ter aumentado. Muitos que escolheram o sabonete (antes e após a aula), basearam-se na praticidade para usá-lo como alternativa ao xampu. Além disso, também estenderam a possibilidade de uso do sabonete, pois se é um produto direcionado para a pele, não faria mal utilizá-lo no cabelo. Este cenário se modificou devido à apresentação e comparação da composição do detergente de cozinha com a formulação do xampu.

Notou-se que os critérios para escolha de uma alternativa para a limpeza do cabelo não se restringiam apenas à fragrância do sabonete e sua praticidade, mas

que tanto o sabonete, quanto o sabão em barra e o detergente, principalmente, possuem substâncias detergentes e que este fator era o responsável pela limpeza. Obtivemos uma porcentagem superior à 90%, justificando que esses três se comportariam de forma semelhante ao surfactante presente no xampu e, portanto, teriam a capacidade de limpeza.

A opção do vinagre foi colocada, pois há a difusão na internet sobre uma fórmula caseira para a limpeza dos cabelos que utiliza o vinagre e o bicarbonato e gostaríamos de compreender qual seria o motivo que os levariam a utilizá-lo. Contudo, apenas 8% dos estudantes disseram que usariam, número este que diminuiu para 1% após a aula. Um estudante chegou a responder *“Vinagre, pois eu conheço uma pessoa vegana que substitui xampu por vinagre e funciona”*, demonstrando que seu entendimento sobre a atuação desta substância nos cabelos é apenas por observação ou influência de terceiros. Foi abordado na aula que o vinagre tem a capacidade de modificar o pH do meio, por constituir-se de ácido acético em solução, porém não encontramos embasamento científico que sustentasse o seu uso na limpeza do cabelo.

Figura 26 - Comparação entre as respostas das terceiras questões no questionário anterior e posterior.



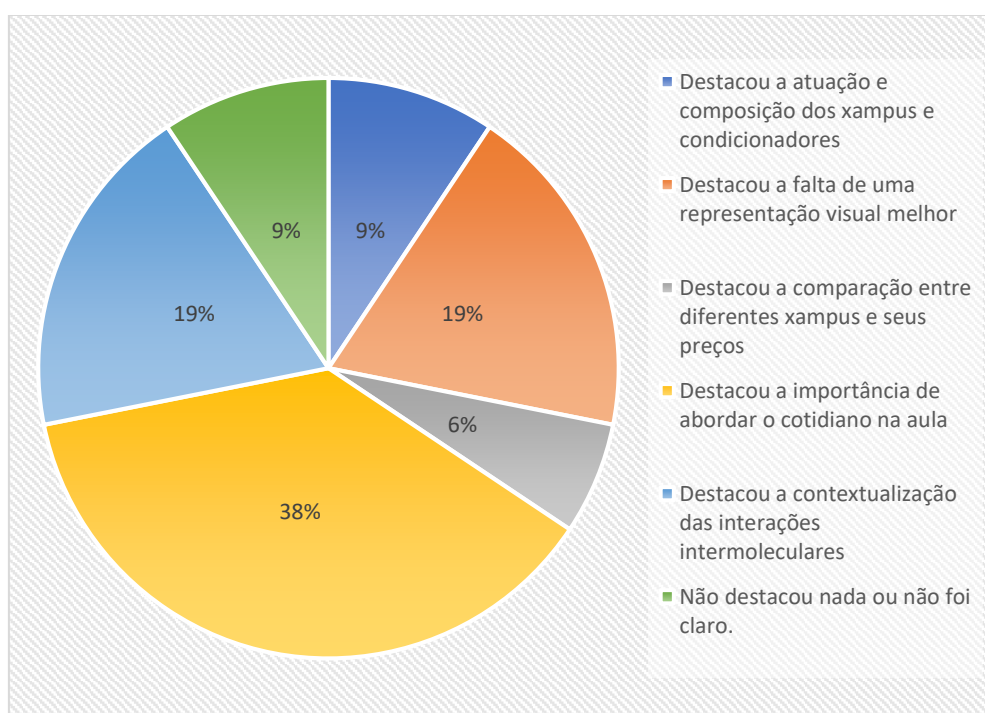
A quarta pergunta do segundo questionário foi utilizada para que os estudantes destacassem os pontos que consideraram interessantes ou que sentiram falta durante a aula, bem como fazer sugestões. Pelas respostas apresentadas, percebemos que as mesmas variaram entre os tópicos apresentados na figura 27. A maior parte (38%), como podemos observar, destacou a importância de se abordar o cotidiano em uma aula de Química. Alguns estudantes citaram *“Achei interessante o uso de um aspecto do dia a dia para o ensino da matéria, deixou o assunto mais envolvente”*. Outro afirma: *“Utilizar um tema cotidiano para abordar um tema científico é uma maneira boa*

de se ensinar um assunto, pois faz com que os alunos abram a mente para aplicar a ciência em sua rotina”.

Esses dados mostram que os próprios alunos entendem a necessidade de as aulas terem uma proximidade maior com suas atividades cotidianas. No Ensino Médio, temos, adicionalmente, a vantagem de utilizar essa temática com viés de alfabetização científica. Seria muito mais interessante abordar as interações intermoleculares de uma forma contextualizada do que de uma forma mais tradicional, por realmente envolver os alunos e aguçar o interesse pela Química ou pelas Ciências, de um modo geral.

Outros aspectos destacados foram a falta de imagens ou aspectos visuais na aula. Apesar de ter sido usado o recurso de uma apresentação em PowerPoint, na qual foram utilizadas muitas figuras e tabelas, muitos sentiram falta de uma representação visual do mecanismo de atuação, mas que foi devidamente explicado utilizando-se o quadro negro. Alguns estudantes avaliaram positivamente a aula por ter apresentado a composição de xampus e condicionadores, as diferenças entre suas formulações e seus modos de atuação, bem como uma análise mercadológica. Os que deixaram a resposta em branco ou não foram claros em suas colocações estão designados como “Não destacou nada ou não foi claro”.

Figura 27 - Gráfico que mostra o que os estudantes destacaram da aula.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além dos diversos problemas da educação atualmente, acreditamos que a formação dos professores, especialmente, de Química necessita ser melhorada. É notável que nossos docentes não estão conseguindo entregar um ensino contextualizado e interdisciplinar, como é pedido nos parâmetros e diretrizes brasileiras.

Uma das grandes preocupações é instrumentalizar os professores, fornecendo a eles um material diferenciado que, ao mesmo tempo em que traz informações importantes, cria espaço para que os alunos seja parte importante na construção de seu próprio conhecimento. Mesmo com todas as ferramentas de acesso à informação ao nosso alcance e com todo o conjunto de informações que se pode encontrar para quaisquer tipos de assuntos, não é assegurado que um professor dará uma aula contextualizada, sendo que o mesmo não foi formado para tal.

Em nosso trabalho, nos propomos a aprimorar o arsenal de argumentos do professor de Química, através da contextualização de conhecimentos químicos no tema higiene. Reunimos informações sobre o tema da higiene, consultadas de diversas fontes, buscamos entendê-las e, ao final, fornecer explicações do ponto de vista químico em um material. A redação deste tipo de material é bastante trabalhosa porque a literatura se apresenta, muitas vezes, através de fatos e conceitos fixos, sem se preocupar com uma abordagem pedagógica, conseqüentemente, transferindo esse papel ao professor. Em meio a todas essas dificuldades, será que este profissional selecionar, de maneira eficiente, as informações necessárias para suas aulas sendo que as informações estão cada vez mais pulverizadas e sem justificativa?

Além disso, percebemos que não são apenas as fontes oriundas de estudos científicos que possuem um profundo impacto na vida das pessoas; as informações cotidianas, como receitas caseiras e outras crenças são muito difundidas e têm bastante crédito entre as pessoas. Como o professor pode lidar com este cenário sua formação valoriza mais os conhecimentos técnicos?

Entendemos que a quantidade de materiais que existem nesse formato é muito escassa ou pouco se aprofundam a abordar os conhecimentos químicos de forma contextualizada, procurando alinhar àquilo que está no cotidiano dos alunos. Se não há esse tipo de material para o professor e o professor não foi formado nessa direção,

no sentido de contextualizar só o que o aluno consegue entender, como esperar que o mesmo dê uma aula nesses moldes?

Independente de todas as dificuldades no desenvolvimento desse trabalho, mostramos que é possível redigir um material com as características que desejávamos contemplando, ao mesmo tempo, a contextualização e a interdisciplinaridade. A quantidade elevada de perguntas que são colocadas nos textos é proposital e representa aquilo que os alunos deveriam perguntar nessas discussões. Como o material é direcionado, prioritariamente, para o professor, se os alunos não fizerem essas perguntas, ele deve fazê-las em suas aulas. Acreditamos que, mesmo que não respondam as perguntas por não saberem as respostas, os estudantes podem se sentir motivados a pensar numa resposta. A partir disso, pode-se guiar de uma abordagem macroscópica até uma abordagem microscópica, onde se encontra a Química.

Neste processo, é possível também ir ajustando a linguagem cotidiana, para uma linguagem mais científica, o que é um passo essencial para chegar numa alfabetização científica. Como exemplo, limpar não significaria apenas remover a sujeira, mas inserir alguma substância que crie uma interação mais forte e consigo, por fim, remover a sujeira.

Observamos que o ponto difícil no desenvolvimento deste trabalho foi a assimilação do conteúdo e a posterior redação do material. Em nossa experiência, superada essa dificuldade, o planejamento e execução da aula acabaria sendo uma experiência prazerosa tanto para o professor quanto para os alunos. E é isso que buscamos em nosso trabalho e em nossa atividade docente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRUTYN, E. S. Antiperspirants and deodorants. In: DRAELOS, Z. D. *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures*. West Sussex: Wiley-Blackwell Publishing, 2010. p. 150-155.
- ABRUTYN, E. S. The Anatomy of a Formula - Antiperspirants Sticks, Soft Solids and Gels. *Cosmetics & Toiletries*, p.1 – 7, 2013.
- ACS. Chemmatters: American Chemical Society. American Chemical Society. Disponível em: <<https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters.html>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.
- AKRAM, T. M.; IJAZ, A.; IKRAM, H. Exploring the Factors Responsible for Declining Students' Interest in Chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, v. 7, n. 2, p. 88 – 94, 2017.
- ALMEIDA, L. R.; FILHO, P. F. S. A higiene capilar aplicada ao ensino das interações intermoleculares. *Revista Brasileira de Ensino em Química*, v. 13, n. 1, p.10 – 27. 2018.
- ARAÚJO, G. C. Estado, política educacional e direito à educação no Brasil: "O problema maior é o de estudar". *Educar em Revista*, Curitiba, n. 39, p. 279 – 292, 2011.
- BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Xampu. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 3 – 6. 1995.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação - MEC/Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Semtec, 1999.
- BRASIL. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação - MEC/ Secretaria de Educação Média e tecnológica - Semtec, 2002.
- BRASIL. Resolução CONAMA n.382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, Brasília, DF, dezembro 2006.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Para a Educação Básica. Ministério da Educação. Brasília. 2013.
- BRASIL. Resumo Técnico. Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica 2005 -2015. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, p. 1-60. 2015.

- BRASIL. A Avaliação de Ciências no PISA 2015. In: BRASIL Brasil no PISA 2015: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. DF: Inep, Cap. 3, p. 35-80. 2016.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio. Ministério da Educação. Brasília. 2017.
- CAMPBELL, M. K.; FARELL, S. O. Biochemistry. 6. ed. [S.l.]: Thomson Brooks/Cole, 2009.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade de inclusão social. Revista Brasileira de Educação, n. 22, p. 89 – 100, 2003.
- COLE, M.; SCRIBNER, S. O Domínio sobre a memória e pensamento. In: VIGOTSKI, L. A Formação Social da Mente. São Paulo: Martins Fontes, 2007. p. 31-50.
- COLLINS, C. H. et al. Sterilization, disinfection and the decontamination of infected material. In: COLLINS, C. H., et al. Microbiological Methods. 8th. ed. London: Arnold, 2004. Cap. 4, p. 45-53.
- CORRÊA, T. H. B. Os Alimentos como Tema Gerador no Desenvolvimento de uma Hipermídia para o Ensino de Química. 2017. 180 f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.
- COSTA, M. T. Construção de barragem no Rio Camanducaia é vetada. Correio Popular, Campinas, 07 de set. de 2016. Disponível em: <http://correio.rac.com.br/_conteudo/2016/09/campinas_e_rmc/447963-construcao-de-barragem-no-rio-camanducaia-e-vetada.html>. Acesso em: 10 de dez. de 2016.
- CURTIS, V. A natural history of hygiene. Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology, v. 18, n. 1, p. 11-14, 2007.
- DIAS, M. F. R. G. et al. The Shampoo pH can Affect the Hair: Myth or Reality? International Journal of Trichology, v. 6, n. 3, p. 95-99, 2014.
- DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes. Química Nova na Escola, n. 4, p. 3-6, 1996.
- DUX, E. Two in one. The chemistry of shampo and condiotiner. Chemistry Review, p. 6-10, 2013.
- EVANS, R. L.; MARRIOT, R. E.; HARKER, M. Axillary skin: biology and care. International Journal of Cosmetic Science, v. 34, p. 389–395, 2012.
- GIOVANNIELLO, R. Antiperspirants and deodorants. In: WILLIAMS, D. F.; SCHMITT, W. H. Chemistry and Technology of The Cosmetics and Toiletries Industry. 2nd. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1992. Cap. 10, p. 310-343.

- GONZÁLEZ, L. Quatro meses sem shampoo! Jornalista revela como seu cabelo ficou mais bonito sem produtos industrializados. Marie Claire, 2016. Disponível em: <<https://revistamarieclaire.globo.com/Beleza/noticia/2016/01/quatro-meses-sem-shampoo-jornalista-revela-como-seu-cabelo-ficou-mais-bonito-sem-produtos-industrializados.html>>. Acesso em: 10 de dez. de 2016.
- HARKEY, M. R. Anatomy and Fisiology of Hair. Forensic Sci. Int., v. 63, p. 9 – 18, 1993.
- ISRAELACHVILI, J. N. Historical Perspective. In: ISRAELACHVILI, J. N. Intermolecular and Surface Forces. 3rd. ed. [S.l.]: Elsevier Inc., 2011. Cap. 1, p. 3-22.
- _____ Van der Waals Forces. In: ISRAELACHVILI, J. N. Intermolecular and Surface Forces. 3rd. ed. [S.l.]: Elsevier Inc., 2011. Cap. 6, p. 107-132.
- JAMES, A. G.; HYLIANDS, D.; JOHNSTON, H. Generation of volatile fatty acids by axillary bacteria. International Journal of Cosmetic Science, v. 26, p. 149–156, 2004.
- JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Usando Analogias Com Função Criativa: Um Nova Estratégia Para o Ensino de Química. Educació Química, n. 1, p. 24-29, 2008.
- LOCHHEAD, R. Y. Shampoo and Conditioner Science. In: EVANS, T.; WICKETT, R. Practical Modern Hair Science. [S.l.]: [s.n.], 2012. Cap. 3, p. 75-116.
- MEGID NETO, J.; FRANCALANZA, H. O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS: PROBLEMAS E SOLUÇÕES. Ciência e Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; FILHO, J. D. P. A. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma análise dos temas da seção de Química e Sociedade da revista Química Nova na Escola. Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009.
- MIRANDA-VILELA, A. L.; BOTELHO, A. J.; MUEHLMANN, L. A. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fiber and health and legal issues. International Journal of Cosmetic Science, v. 36, p. 2–11, 2014.
- MORRISON, I. D.; ROSS, S. Emulsions. In: MORRISON, I. D.; ROSS, S. Colloidal Dispersions: Suspensions, Emulsions and Foams. New York: Wiley-Interscience, 2002. Cap. 22, p. 420-452.
- MUNCHEN, S. Cosméticos: uma possibilidade de abordagem para o ensino de química. 2012. 100 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

- MULHER, R. M. D. Lavar o cabelo com bicarbonato de sódio e vinagre funciona? M de Mulher, 2014. Disponível em: <<https://mdemulher.abril.com.br/cabelos/lavar-o-cabelo-com-bicarbonato-de-sodio-e-vinagre-funciona/>>. Acesso em: 10 de dez. de 2016.
- NOBEL. Johannes Diderik van der Waals - Biographical. The Nobel Prize, 1967. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1910/waals-bio.html>. Acesso em: 30 de set. de 2017.
- OLIVEIRA, M. K. A Mediação Simbólica. In: OLIVEIRA, M. K. Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico. São Paulo: Ed. Spicione, 1997. Cap. 2, p. 27-40.
- QUADROS, A. L. et al. Ensinar e Aprender Química: A Percepção dos Professores do Ensino Médio. Educar em Revista, Curitiba, n. 40, p. 159 - 176, 2011.
- RETONDO, C. G. Química das Sensações: Desenvolvimento de um Material Didático Interdisciplinar para o Ensino de Química. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 305. 2004.
- RIBEIRO, P. R. M. História da Educação Escolar no Brasil: Notas Para Uma Reflexão. Paideia, Ribeirão Preto, 1993. 15-30.
- ROBBINS, C. R. Chemical Composition of Different Hair Types. In: ROBBINS, C. R. Chemical and Physical Behavior of Human Hair. 5th. ed. [S.l.]: Springer, 2012. Cap. 2, p. 105-176.
- ROBBINS, C. R. Interactions of Shampoo and Conditioner Ingredients with Hair. In: ROBBINS, C. R. Chemical and Physical Behavior of Human Hair. 5th. ed. [S.l.]: Springer, 2012. Cap. 6, p. 329-443.
- SAVIANI, D. A Educação como Questão Nacional. In: SAVIANI, D. A Nova Lei da Educação. Campinas: Autores Associados, 2011. Cap. 1, p. 1-9.
- SCHAMPER, T. Chemical Aspects of Antiperspirants and Deodorants. Journal of Chemical Education, v. 70, n. 3, p. 242-244, 1993.
- SILVA, R. M. G.; FURTADO, S. T. F. Diet ou Light: Qual é a diferença? Química Nova na Escola, n. 21, p. 14-16, 2005.
- SIRELKHATIM, A. et al. Review on Zinc Oxide Nanoparticles: Antibacterial Activity. Nano-Micro Lett. , v. 7, n. 3, p. 219–242, 2015.
- SMITH, V. Bio-physicality. In: SMITH, V. Clean: a history of personal hygiene and purity. Oxford: Oxford Press, 2007. Cap. 1, p. 8-44.

- SNEED, A. What's inside dry shampoo? Alcohol, petroleum, and clay. Wired, 2015. Disponível em: <<https://www.wired.com/2015/05/whats-inside-dry-shampoo/>>. Acesso em: 10 de dez. de 2016.
- STORGATTO, G. A.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. A química na odontologia. Química Nova na Escola, v. 39, n. 1, p. 4-11, 2017.
- TIMESMACHINE. The New York Times, 1908. Disponível em: <<https://timesmachine.nytimes.com/timesmachine/1908/05/10/104725215.pdf>>. Acesso em: 12 dezembro 2016.
- TOBIN, D. J. Biochemistry of human skin—our brain on the outside. Chemical Society Reviews, v. 35, p. 52-67, 2006.
- VERANI, C. N.; GONÇALVES, D. R.; NASCIMENTO, M. D. G. Sabões e detergentes como tema organizador de aprendizagens no Ensino Médio. Química Nova na Escola, n. 12, p. 15-19, 2000.
- WILKE, K. et al. A short history of sweat gland biology. Int J Cosmet Sci., v. 3, p. 169-79, 2007.

9. APÊNDICE

Apêndice 1 – Tabela Comparativa de Xampus

Xampu	1 (200 mL)	2 (350 mL)	3 (200mL)	4 (400 mL)
Surfactantes	Sodium Laureth Sulfate, Sodium Lauryl Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Cocamide Mea, Sodium Xylenesulfonate	sodium laureth sulfate, cocoamidopropyl betaine	Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Cocoglucoside, Triethanolamine, Tea-Dodecylbenzenesulfonate,	Ammonium Laureth Sulfate, Ammonium Lauryl Sulfate, Ammonium Xylenesulfonate, Cocamide MEA,
Conservantes	Sodium Citrate, Sodium Benzoate, Tetrasodium Edta, Trisodium Ethylenediamine Disuccinate, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone	Tetrasodium EDTA, DMDM Hydantoin, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone	Tetrasodium Edta, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Magnesium Nitrate	Sodium Benzoate, Disodium EDTA, Sodium Citrate, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone,
Correção de pH	Citric Acid	Citric Acid	Citric Acid	Citric Acid
Correção de viscosidade	Sodium Chloride	Potassium Chloride	Sodium Chloride, Magnesium Chloride, Glycerin	Sodium Chloride
Corante	(não tem)	yellow 5 (CI 19140)	(não tem)	Yellow 5, Red 4
Fragrância	Parfum, Hexyl Cinnamal, Hydroxycitronellal	Parfum, Hexyl Cinnamal, cymbopogon schoenanthus extract, butylphenyl methylpropional	Parfum, Hexyl Cinnamal, Limonene, Linalool, Anise Alcohol	Fragrance/Parfum
Agentes Condicionantes	Dimethicone, Panthenol, Panthenyl Ethyl Ether e Polyquaternium-76	Polyquaternium-7	Dimethiconol, Guar hydroxypropyltrimonium chloride, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer	Dimethicone, Polyquaternium-10, Cetyl Alcohol, PEG-7m
Outros	Água, Glycol Distearate (emoliente)	Água	Glycol Distearate (emoliente),	Água, Glycol Distearate (emoliente), Ecklonia Radiata Extract, Trimethylolpropane Tricaprylate/Tricaprylate, Aloe Barbadensis Leaf Juice, Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil
Preço 1	12.82	6.49	7.90	39.90
Preço 2	11.69	7.49	7.90	40.90
Preço 3	12.99	6.90	7.90	49.99
Média de preço (R\$)	12.50	6.96	7.90	43.60
Preço por mL (R\$)	0.06	0.02	0.04	0.22